蘑菇

劉　波

21

蘑　菇

劉　波

科學出版社

1959

中科院植物所图书馆
S0023083
1478640

內容簡介

這是對於認識和研究蘑菇的一本相當全面的科學參考書，討論到國產常見的蘑菇三百五十多種，系統而詳盡地介紹了它們在國民經濟上的意義、植物學特徵、分類、生理及生物學特性、野生蘑菇的採集鑑定與保存以及食用蘑菇的栽培等。其中結合祖國經濟建設，在許多地方指出研究題目和方向。可供真菌學工作者、大專師院生物系及農林院校教師、研究生以及高年級學生的參考。

蘑　　菇

劉　波著

*

科學出版社出版（北京朝陽門大街117號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第061號

科學出版社上海印刷廠印刷　新華書店總經售

*

1959年1月第一版　書號：1549　字數：97,000

1959年1月第一次印刷　開本：787×1092 1/27

(滬)0001—4,534　印張：5 9/27

定價：(9) 0.65元

前　　言

為了貫徹祖國在過渡時期的總路綫，為了祖國美好的今天和明天，我們眞菌學工作者跟任何其他科學工作者一道，正在進行並考慮怎樣把科學研究工作做得更好，怎樣正確地把理論知識與實踐聯系得更緊密，貢獻出自己的全部力量。

祖國可以被利用的經濟菌類產量的豐富當為全世界之冠，這是引以自豪的，但我們對於這些資源的全面調查和研究工作在過去做得還很不够，多數經濟菌類還沒有很好地被利用起來，這對於祖國的國民經濟建設實在是一項極大的損失。

今天，我們眞菌學工作者，對於蘑菇研究的主要問題是，怎樣大量地發掘全國各大自然區域的資源和利用。祖國所出產的野生食菌，同樣是非常豐富的，著者根據現有資料的初步整理、研究的結果，知道約有二百種左右，但實際上决不止於這個數字。蘑菇的研究對於國民經濟建設具有極其重要的意義，隨着祖國全面大躍進新形勢的發展，今後向我們眞菌學工作者提出來的有關蘑菇研究方面的具體工作應當是：國產蘑菇的分類研究、個體發育及系統發育的研究、野生食菌的調查研究、蘑菇生態的研究、蘑菇子實體內抗生素的研究及提取、栽培食菌生長發育期的縮短及提高產量的研究、栽培食菌培養料代用品的研究、國內著名野生食菌的馴化研究，以及森林樹木有害蘑菇的消滅和有益種類在森林中利用的研究等等。在這些基礎上，必須做出詳盡而周密地計劃以解决菌類研究上的當前迫切需要的實際問題。開展這項研究工作的意義是非常偉大而艱鉅的，我們眞菌學工作者應當積極地參與野生食菌的引種馴化工作，這是一項刻不容緩的任務，也必須成為菌類工作今後努力的主要目標。祖國蘑菇研究及其利用的前途，必有其極大的瞻望。

本書內容包括：蘑菇在國民經濟上的意義、蘑菇的植物學特

徵、蘑菇的分類、蘑菇的生理及生物學特性、野生蘑菇的採集鑑定與保存以及食用蘑菇的栽培等六章，其中共論及國產南北各地常見的蘑菇三百五十多種。著者關於這方面的研究工作仍在進行，希望有計劃地將來把它更進一步發展成爲祖國蘑菇全部資源和生產的科學著作，這乃是著者的努力方向和目標。

本書內所列舉的蘑菇中文名稱，除極少數是國內已經統一公佈的以外，絕大部分在國內還沒有適當的名稱（包括部分屬名在內）。因此，部分是著者採用地方性的習用土名，部分是根據俄、英、法名稱翻譯過來的，但其中絕大部分是著者根據拉丁文學名的原意或子實體的不同特徵、特性等暫時擬定的，不妥當的地方希望讀者隨時給以指教。

劉　波　1958年10月

目　次

第一章　蘑菇在國民經濟上的意義……………………………1

一、有益的蘑菇……………………………………………1

(一)蘑菇的食用價值………………………………………1

(二)蘑菇的醫療價值………………………………………5

(三)蘑菇在細菌學上的應用………………………………6

(四)蘑菇對土壤的作用……………………………………7

(五)蘑菇與高等植物的共生作用…………………………7

(六)蘑菇在分解森林中廢木上的利用……………………8

(七)蘑菇在消滅醫用昆蟲上的利用………………………9

(八)蘑菇在觀賞上的利用…………………………………9

二、有害的蘑菇……………………………………………9

(一)毒菌對人生命的危害…………………………………9

(二)寄生蘑菇對其他食菌的危害…………………………9

(三)蘑菇對樹木及其他經濟植物的危害…………………10

(四)蘑菇對交通、橋梁、建築等木材的危害……………11

第二章　蘑菇的植物學特徵…………………………………13

一、一般特徵………………………………………………13

二、形態與構造……………………………………………16

(一)菌蓋……………………………………………………17

(二)菌褶……………………………………………………23

(三)子實層…………………………………………………27

(四)菌柄……………………………………………………31

(五)菌幕……………………………………………………37

(六)菌環……………………………………………………39

(七)菌托……………………………………………………41

第三章　蘑菇的分類…………………………………………44

一、蘑菇在分類中的地位及標準……………………………………44
二、我國常見的蘑菇分屬檢索表……………………………………45
三、食菌及毒菌舉例……………………………………………………51
(一)食菌……………………………………………………………51
(二)毒菌……………………………………………………………61
第四章　蘑菇的生理及生物學特性…………………………………71
一、蘑菇體主要化學成分………………………………………………71
(一)無機成分………………………………………………………71
(二)有機成分………………………………………………………72
二、蘑菇的其他新陳代謝產物…………………………………………73
(一)色素……………………………………………………………73
(二)毒素……………………………………………………………75
(三)酶………………………………………………………………78
(四)臭(香)氣……………………………………………………78
(五)味………………………………………………………………79
(六)光………………………………………………………………79
三、發光現象……………………………………………………………80
(一)發光現象發現的簡史…………………………………………80
(二)發光部位………………………………………………………81
(三)影響發光的主要因素…………………………………………81
四、菌肉的顏色反應及菌組織酸度……………………………………84
(一)顏色反應………………………………………………………84
(二)菌組織的酸度(pH)…………………………………………86
五、營養方式……………………………………………………………86
(一)專性腐生………………………………………………………86
(二)專性寄生………………………………………………………86
(三)兼性腐生………………………………………………………87
(四)兼性寄生………………………………………………………87
(五)共生……………………………………………………………87
六、繁殖作用……………………………………………………………87

(一)營養繁殖……87
(二)有性繁殖……89
七、生長和發育……93
(一)担孢子的萌發……93
(二)子實體的發育……93
(三)外界環境對子實體生長發育的影響……97
八、蘑菇對生長處所的適應性……100
(一)土生的種類……100
(二)草地及牧場生的種類……101
(三)木生及森林中生的種類……101
(四)其他蘑菇子實體上生的種類……103
第五章　野生蘑菇的採集鑑定與保存……104
一、採集……104
(一)採集場所應注意的事項……104
(二)野外記錄及標本的包裝……106
二、室內的工作……107
(一)標本的整理……107
(二)攝影……107
(三)孢子印的獲得……108
(四)鑑定……109
三、標本的保存……110
(一)乾製法……110
(二)浸製法……112
第六章　食用蘑菇的栽培……113
一、我國古代有關食用蘑菇栽培的記載……113
二、現代食用蘑菇的栽培技術……114
(一)草菇的栽培方法……115
(二)洋蘑菇的栽培方法……117
參考文獻……133

第一章　蘑菇在國民經濟上的意義

這裏所說的"蘑菇"，僅指褶菌(傘菌)而言，一般也叫做"蕈"。蘑菇的種類極多，形態各異，分佈地域也非常廣闊。它們之中有不少種類對於國民經濟及人類本身起着有益的作用，但也有不少種類對於國民經濟及人類本身起着有害的作用。因爲它們與人生有着極其密切的關係，所以有着對它們進行科學研究的必要性。

一、有益的蘑菇

屬於這一類的蘑菇，對於國民經濟及人類本身都是非常有益的，最重要的是因爲它們之中有不少種類可以當做我們的美味適口的副食品。此外，還有許多種類可以被應用在醫療上、細菌學上，農林業上、對病蟲害的消滅以及觀賞等方面。

(一)蘑菇的食用價值

我國人民在很久以前的古代就知道利用某些種類的蘑菇當做珍貴的副食品，開始食用蘑菇的確切年代雖不可考，但至少在距今約三千年以前的周朝就已經有人食用了。我國古籍中關於這方面的記載是很豐富的，在禮記(約公元前 300 年)內則記燕裏面有"食所加庶，羞有芝栭"的記載；在呂氏春秋(公元前 239 年)裏面有"味之美者，越駱之菌"的記載；在南北朝後魏賈思勰齊民要術(約公元533—544 年間)裏面有"無菌法"的記載；南宋朱熹(公元 1130—1200 年)曾寫過兩首讚美"紫蕈"及"白蕈"風味的詩；在宋陳仁玉菌譜(公元 1250 年)裏面記載了一些食用蘑菇的名稱及風味；在金朱弁"謝崔致君餉天花"一詩裏面讚美了天花蕈(即北風菌)的風味；在元王禎農書(公元 1313 年)裏面談到了香蕈(即香菇)的風味；在明潘之恆廣菌譜(公元 1500 年)裏面記載有雞㙡的風味；在雲南通志裏面有青頭菌(即青岡菌)的記載。

食用蘑菇可分野生及栽培兩大類，我國野生的種類是非常豐

富的，據作者的初步估計約有200種左右。其中較著名的有產於西南各省的青頭菌［*Russula virescens* (Schaeff.) Fr.］；產於江蘇各地的有美麗紅菇（*Russula lepida* Fr.）、藍黃紅菇［*Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.］、黑紅菇［*Russula nigricans* (Bull.) Fr.］、黃紅菇［*Russula lutea* Huds. Fr.］及松乳菇［*Lactarius deliciosus* (L.) Fr.］等；產於福建北部的有大紅菇［*Russula rubra* (Krombh.) Bres.］；產於安徽、江蘇及浙江各省的有辣味乳菇［*Lactarius piperatus* (Scop.) Fr.］

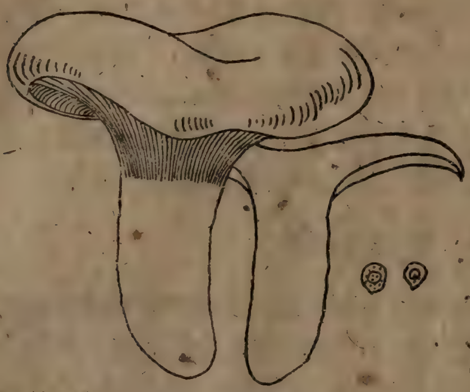


圖1. 辣味乳菇

（圖1）；產於雲南、江蘇及浙江各省的有美味北風菌［*Pleurotus cornucopiae* (Pers. ex Paul.) Gill.（= *Pleurotus sapidus* Schulz.）］（圖2）；產於四川各地的有晚生北風菌［*Pleurotus serotinus* (Schrad.) Fr.］及蠔菌［*Pleurotus ostreatus* (Fr. ex Jacq.) Quél.］（圖3）；廣泛分佈在西南各省及台灣各地的有雞㙡［*Collybia albuminosa* (Berk.) Petch］；產於西南各省及江蘇各地的有紅鵝膏［*Amanita caesarea* (Fr. ex Scop.) Quél.］；產於雲南各地的有草雞㙡［*Amanita manginiana* Pat. et Hariot］；產於西

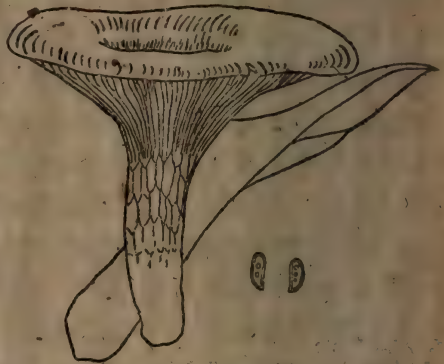


圖2. 美味北風菌

藏各地的有依木特絲膜菌[*Cortinarius emodensis* Berk.]；產於山西西部各地的有卷傘菌[*Paxillus involutus* (Batsch) Fr.]及鱗耳菌 [*Pholiota squarrosa* (Müll.) Quél.]；產於河北中部各地的有毛頭鬼傘 [*Coprinus comatus* Fr.]；產於內蒙草原地帶的有口蘑 [*Tricholoma gambosum* Fr.]。

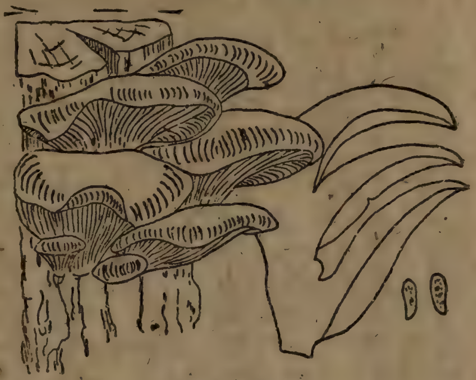


圖 3. 蠔菌

在我國栽培的食用蘑菇主要地區有安徽、浙江、福建、江西、四川以及貴州和廣西等省交界處山上闊葉林中人工栽培的香菇（香蕈）[*Lentinus shiitake* (P. Henn.) Sing.](圖 4)；在南部各省尤其是在廣東和廣西各地栽培得最普遍的以及上海西郊農業試驗站所栽培的草菇[*Volvaria volvacea* (Bull.) Fr.]；在湖北及四川等省的個別

圖 4. 香菇

圖 5. 構菌

地方有人工栽培的構菌 [*Collybia velutipes* (Curt.) Fr.] (圖 5)；此外，在上海農業試驗站和蘑菇生產合作社以及北

京、東北和其他不少省分都正在進行和推廣的在室內所栽培的洋蘑菇[*Agaricus campester* (L.) Fr.]等。

食用蘑菇在營養價值上講也有它一定的意義，以洋蘑菇為例，其新鮮菌體裏面含水量約達90%，蛋白質3.74%，醣類3.51%，脂肪0.42%，纖維質0.84%以及微量的鉀、鈣、鐵及磷等礦物質營養。

根據H. B. 薩布羅娃及A. B. 瓦西里也娃教授分析的結果，洋蘑菇所含營養物質如下表[1]：

物質名稱	乾物質(%)	新鮮菌體(%)
灰分	7.34	1.04
含氮物質	60.30	7.47
蛋白質	32.06	3.94
氨基酸	1.68	0.08
氨態氮	0.15	0.01
脂肪	1.6	0.23
甘露醇	2.69	0.35
菌藻糖	0.11	0.01
葡萄糖	—	0.71

草菇分析的結果(李家愼等，1953)為：含水量92.39%，蛋白質2.66%，醚浸出物2.24%，灰分(養化物)0.91%，還元糖1.66%，轉化糖0.95%等。

要注意的是由於蘑菇的種類不同，蛋白質的含量也不一樣，如樺菌為8.87%；黑蘑菇[*Tricholoma portentosum* (Quél.) Fr.]為10.50%。這種菌蛋白質的含量雖多，但幾乎不能被人所消化或消化極少，這是因為在它們的細胞壁裏面含有不能被人所消化的幾丁質。此外，在菌體乾物質內還含有比例不同的灰分，根據門德爾(Mendel, L. B. 1898)的分析結果，毛頭鬼傘為12.50%；蠔菌為6.10%；簇生陡頭菌[*Clitocybe multiceps* Peck.]為11.50%；洋蘑菇為11.6%。

在各種不同的蘑菇體裏面也含有不同種類的維生素，如在生長在夏季的雞油菌(杏菌)[*Cantharellus cibarius* Fr.]及蜜環蕈

1) М. А. Панов: Выращивание Шампиньонов, 1956 г. p. 6.

[*Armillaria mellea* Quél. = *Armillariella mellea* (Fr. ex Vahl.) Karst.]的菌體裏面都含有維生素 A；洋蘑菇的菌體裏面含有維生素 B_1、維生素 C、維生素 PP 及葉酸；紫晶蘑 [*Rhodopaxillus nudus* (Fr. ex Bull.) R. Maire] [= *Tricholoma nudum* (Bull.) Fr.] 的菌體裏面含有維生素 B_1；草菇的菌體裏面含有維生素 C；此外，在香菇的菌體裏面還含有一般蔬菜所缺乏的麥角甾醇(ergosterin)，這種物質被人體吸收，受到陽光的照射以後可以轉變爲維生素 D。

(二)蘑菇的醫療價值

我國古代人民很早就知道把某些種食用蘑菇應用在醫療上，如在南北朝梁陶宏景名醫別錄(公元六世紀前期)裏面談到"鬼蓋"可以醫治"小兒寒熱癇"；唐陳藏器本草拾遺(公元 739 年)裏面談到："鬼蓋……和醋傅腫毒、馬脊踵、人惡瘡"，又談到它還能主治"惡瘡、疊、疥瘙、蟻瘻"各種病症。以上二書裏面所說的"鬼蓋"可能就是現今鬼傘屬(*Coprinus*)中的種類。陳仁玉菌譜裏面談到松蕈主治"溲濁不禁……"；元吳端日用本草(公元 1329 年)裏面談到香蕈功能"益氣不飢、治風破血"，又談到天花蕈功能"益氣、殺蟲"；明李時珍本草綱目(公元 1578 年)裏面談到雞㙡功能"益胃、淸神、治痔"。

此外，前面所談到的雞油菌及蜜環蕈的菌體裏面所含有的維生素 A，如在人體內缺乏時，就可以使人的視力失常、發生眼炎、夜盲、皮膚乾燥以及粘膜失去分泌的能力，因而易於感染呼吸道及消化道的疾病。在洋蘑菇及紫晶蘑的菌體裏面所含有的維生素 B_1，如在人體內缺乏時，嚴重時患脚氣病，輕微時易於引起疲倦、食欲不振、消化不良以及女人乳汁分泌減少等症狀。而且在洋蘑菇菌體裏面所含有的維生素 C，如在人體內缺乏時，易於引起壞血病：衰弱、毛細血管容易破裂、牙牀及腹腔出血等病症；此外，它所含有的維生素 PP 及葉酸對於人體的健康影響也是十分重要的，當人體缺乏前者時，尤其在熱帶及亞熱帶地區常使人患癩皮病；缺乏後者時，可以使人患各種貧血症。在香菇的菌體裏面所含有的麥角

甾醇被人體吸收，受陽光的作用轉變成維生素D以後對於增强人體抵抗疾病的能力上，起着很大的功效。據說這種麥角甾醇對於感冒的預防治療上也具有很良好的效果。

里亞（Rea）及考夫曼（Kauffmann）[1]曾由山葵菌［*Panus stipticus* (Bull.) Fr.］的菌體裏面提取出來一種收斂劑。

（三）蘑菇在細菌學上的應用

不少種類蘑菇的菌體浸出物裏面含有抗生素，對於某些種細菌有着抵抗或抑制的作用。作者根據現有資料調查的結果，能產生抗生素的蘑菇的數目達 222 種或更多，分隸於 27 屬。現把部分種類所產生的抗生素及其作用列舉如下：

維肯(Wiken, T.)及奧布洛姆(Oblem, K.)曾用漏斗雞油菌［*Cantharellus tubiformis* Fr.］、黃陡頭菌［*Clitocybe clavipes* (Pers.) Fr.］、卷傘陡頭菌［*Lepista inversa* Pat. (= *Clitocybe inversa* Quél.)］、羣生絲膜菌［*Cortinarius turmalis* Fr.］、火焰菌［*Flammula penetrans* Fr.］、復生乳菇［*Lactarius repraesnetaneus* Britz.］、原野假金錢菌［*Omphalia maura* Fr.］、辣味紅菇［*Russula sardonia* Fr.］以及臭蘑菇［*Tricholoma saponaceum* (Fr.) Quél.］等的菌體浸出物做實驗，並證明以上這些蘑菇所產生的浸出物對金黃色葡萄球菌［*Staphlococcus aureus*］有抵抗發育及抗生效力。霍蘭德(Hollande, 1945)曾報告在白巨陡頭菌［*Clitocybe gigantea* (Fr. ex Sow.) Quél. var. *candida* (Bres.) Heim.］的菌體裏面含有一種陡頭菌素(*clitocybine*)，這也是一種抗生物質。艾金生(Atkenson, 1946)曾用絲膜屬(*Cortinarius*)中的某些種類菌體浸出物做實驗，發現這些浸出物僅能抵抗金黃色葡萄球菌，但不能抵抗傷寒桿菌［*Bacillus typhosus*］。圓孢小絲膜菌［*Cortinarius rotundisporus*］及黃草菇［*Agaricus xanthodermus* Gen.］的菌體浸出物對於以上兩種細菌都有抑制作用，並且前者還能抑制草分枝桿菌［*Mycobacterium Phlei*］、大腸桿菌［*Bacterium coli*］及枯草桿菌［*Bacillus subti-*

---

1) Лебедева, Л. А.: Определитель шляпочных грибов. 1949 г. р. 477.

lis]。根據羅賓斯、卡文諾夫及哈維 (Robbins, W. J., Kavanaugh, J. F. and Hervey, A. 1947)的報告,在灰北風菌[*Pleurotus griseus*]的菌體裏面含有北風菌素 (pleurotin),這種物質能抵抗金黃色葡萄球菌、草分枝桿菌、枯草桿菌、肺炎克雷白氏菌[*Klebsiella pneumoniae*]、大腸埃希氏菌[*Escherichia coli*]、蕈狀桿菌 [*Bacillus mycoides*]、皮脂分枝桿菌 [*Mycobacterium smegma*] 以及費氏燐光桿菌[*Photobacterium fischeri*] 等多種細菌。

(四)蘑菇對土壤的作用

許多土生的蘑菇在自然界物質循環中起着一定的作用,它們廣泛地分佈在土壤以及各種死亡植物殘餘上,成爲專性腐生。它們在生活過程中能分解土壤內外的死亡植物組織中的纖維素,在纖維素被分解的中間階段,可以形成可溶性的碳水化合物和羥基酸,這些產物對於土壤有着非常重要的作用。因爲它們可以當做固氮細菌的良好營養物質,所以才可以促進固氮細菌的發育並加强了它們的固氮作用。這樣,在土壤裏面因爲增加了大氣中的氮素而肥沃起來,爲綠色植物的生長造成良好的環境,而且蘑菇體死亡以後也增加了土壤裏面腐殖質的含量。

(五)蘑菇與高等植物的共生作用

許多種類的土生及木生蘑菇可與某些相適應的喬木樹種及少數草本植物的根生在一起,形成內生或外生的菌根。某些能形成菌根的蘑菇,有的可與幾種喬木樹種共生,有的則僅適應於一定的樹種,這類菌根對於林業的增產有着極其重要的意義。

在喬木樹種上形成眞正菌根的蘑菇種類主要的有絲膜屬(如紅絲膜菌[*Cortinarius rubipes*]與紅櫟 [*Quercus rubra*]、紅雲杉[*Picea rubra*]或糖槭[*Acer saccharum*]之間)、紅菇屬(*Russula*)(如毒紅菇 [*Russula emetica* (Schaeff.) Fr.] 與紅櫟之間)、口蘑屬 *Tricholoma* (如美麗口蘑[*Tricholoma speciosus*]或多態口蘑 [*Tricholoma transmutans*] 與黑櫟 [*Quercus nigra*]之間) 以及鵝膏屬 (*Amanita*) (如蛤蟆菌 [*Amanita muscaria*

(Fr. ex L.) Quél.]與松[*Pinus* sp.]、冷杉[*Abies* sp.]、落葉松[*Larix* sp.]及樺[*Betula* sp.]等多種喬木之間)等。此外，蜜環蕈能在天麻[*Gastrodia elata*]的塊根部形成菌根，這種菌根對於天麻的無葉綠素的塊根的發育是非常重要的，如果沒有這種菌根與其共生，則天麻的這種休眠階段的塊根將一年比一年變小。反之，只有當這種菌根與其共生以後，才能產生花莖。

H. M. 施馬漢諾娃(1957)的報告指出：研究雲杉菌根的時候利用某些能形成菌根的眞菌濾液處理它的幼苗，能增加幼苗針葉數量及樹幹的長度。斯蘭克斯 (Slankis) 曾從松根上分離出幾種高等担子菌，其中包括疣杯鵝膏 [*Amanita rubescens* (Pers. ex Fr.) Fr.]等都能增加種子發芽百分數和種苗的長度。

(六)蘑菇在分解森林中廢木上的利用

在森林裏面有許多種類的蘑菇時常腐生在廢木、落枝及落葉上，而不易侵害活立木，它們對於森林的保護上起着一定的作用。由於它們腐生在廢木、落枝及落葉上的結果，能够分解木素及纖維素，將這些物質轉變成腐殖質，這就增加了森林土壤中的肥沃性。因而森林裏面土生的食用蘑菇也就隨土壤肥沃性的提高而產量大增。由於土壤肥沃性的提高，當然林木就能更好地生長。同時，森林裏面的廢木、落枝及落葉也都是病蟲害的媒介物，但是由於它們的分解消滅而減少或斷絕了病蟲害的感染率。

這類蘑菇，常見的如陡頭屬(*Clitocybe*)中的許多食用種類多腐生在死亡了的木頭上；長柄粘蓋菌 [*Mucidula radicata* (Fr. ex Rehl.) Bour.]大多腐生在森林土壤裏面死亡了的樹根上；榆北風菌[*Pleurotus ulmarius* (Bull.) Fr.]多腐生在近於死亡或完全死亡了的樹木上；絲草菇 [*Volvaria bombycina* (Fr. ex Pers.) Quél.] 多生在腐木及落葉上；此外，如香菇及構菌也都能生長在多種腐木上。

但應注意的是其中有些種類爲兼性寄生，主要的如榆北風菌可以生長在榆樹活立木上；構菌偶爾可以生長在多種闊葉樹種活立木上。因此，在利用這些蘑菇的同時，還應盡量避免與它們習慣

寄生的活立木接觸。

(七)蘑菇在消滅醫用昆蟲上的利用

有的蘑菇如蛤蟆菌的菌體內含有劇毒，這種毒菌的菌體被搗碎以後，合稀飯及少許白糖在一起，塗在紙上，蒼蠅吸食後就可以很快地中毒死亡。因此，也有人稱這種毒菌爲毒蠅菌。

(八)蘑菇在觀賞上的利用

蘑菇除了以上所列舉的直接或間接對人類有利以外，它們裏面的某些種類還可以當做觀賞品。如栽培在花盆或花瓶裏面的洋蘑菇；栽培在段木上或花盆、花瓶裏面的香菇及構菌都可以當做觀賞品。這些觀賞用的種類同時也是極其著名的食用蘑菇，因此，可以隨產生隨採摘食用，一般能延續產生達一個月之久。它們的形體美麗、色調素雅，這種特有的風味是任何其他花卉所不能比擬的。

二、有害的蘑菇

有許多種類的蘑菇，它們對於國民經濟的危害性大於對人類的利益，因此，我們認爲這些種類都是有害的。例如有些毒菌雖然對於人的生命有危害性，但在某些方面人還可以利用它們。某些侵害經濟植物的蘑菇中也有不少是可食的。

(一)毒菌對人生命的危害

有些蘑菇的菌體裏面含有毒素，被人誤食以後使人中毒；還有些種類的菌體裏面含有劇毒，被人誤食以後使人死亡。著名的如毒紅菇[*Russula emetica* (Schaeff.) Fr.]被人誤食以後可使人嘔吐；鬼筆鵝膏[*Amanita phalloides* (Fr.) Quél.]被人誤食以後可使人死亡。

(二)寄生蘑菇對其他食菌的危害

有極少數種類的蘑菇寄生在其他著名的食用蘑菇體上，引起極大的損害，如星孢蕈[*Nyctalis asterophora* Fr.](圖 6)及寄生蕈[*Nyctalis parasitica* Fr.]寄生在雞油菌屬(*Cantharellus*)、金錢菌屬(*Collybia*)、乳菇屬(*Lactarius*)、紅菇屬及北風菌屬(*Pleurotus*)中的不少種類上。

(三)蘑菇對樹木及其他經濟植物的危害

許多種類的蘑菇生長在森林中的樹木上，也有不少種類生長在其他經濟植物上，都起着嚴重的危害作用。絕大部分生長在樹木上的蘑菇都能很快地將纖維素分解，它們侵害樹木體內纖維素的結果，使木素積累而形成各種樹木的褐腐病。而且木素也可以被它們給分解，木素被分解的結果就形成了二氧化碳和水以及某些還沒有能做具體說明其特性的類腐殖質的產物。它們侵染樹木的結果，使木材可能完全失去它的應用價值。生長在喬木樹種上的蘑菇種類很多，其中比較著名且爲害嚴重的有以下各種：

圖 6. 星孢蕈
(從 Лебедева)

1. 蜜環蕈 蜜環蕈可以生長在大約 200 種左右的喬木樹種上，特別常見於松、雲杉、冷杉及落葉松的人工林和天然林以及櫟樹和其他闊葉林內，此外，也爲害果園裏面的各種果樹和桑園裏面的桑樹。它們常生長在樹幹的基部及根部，釀成著名的根腐病。

2. 肥鱗耳菌 [***Pholiota adiposa* Fr.**] 肥鱗耳菌(圖 7)多生長在冷杉的樹幹上，常引起樹幹的棕色蜂窩狀腐朽病。腐朽的木質部先變成黃色，後變成棕色，其中出現蜂窩狀巢穴，充滿以鐵銹色或紅色的菌絲體。它們有時也侵染雲杉、興安落葉松[*Larix dahurica*]以及若干闊葉樹種裏面的椴、楊、樺、水青岡及櫟等。

圖 7. 肥鱗耳菌

3. 美麗香菇[***Lentinus lepideus* Fr.**] 美麗香菇有時生長在松樹上，引起松樹樹幹的中央腐朽病。

4. 蠔菌及榆北風菌 這兩種蘑菇基本上是腐生的，但偶爾也寄生在槭樹、榆樹、櫟樹及樺樹活立木上，引起這些樹木的木質白條腐敗病。

5. 構菌 構菌基本上也是腐生的，但也有時寄生在多種闊葉樹種活立木的樹幹上，並在樹皮與木質部中間形成根狀菌索，引起木材的黃色腐朽病。

6. 裂褶菌 [*Schizophyllum commune* Fr.] 裂褶菌(圖 8)多生長在各種觀賞樹木、果樹、竹及甘蔗上，引起各種顏色的腐敗病。

圖 8. 裂褶菌（下面觀）

7. 褶小皮傘菌 [*Marasmius plicatus* Wak.]**及甘蔗小皮傘菌** [*Marasmius saccharinus* (*Batsch*) Fr.] 這兩種蘑菇多生長在甘蔗的根部，引起甘蔗的立枯病。此外，前者在台灣還爲害陸稻，從葉或葉鞘基部侵入，形成深褐色的不規則形狀的斑點，逐漸向上蔓延，病葉最後枯死，甚至整個植株枯萎死亡。除爲害陸稻以外，也侵害甘蔗、龍爪稷、幾內亞草及看麥娘等。

還有一種小皮傘菌[*Marasmius perniciosus* Stah.] 生長在可可樹上，引起可可樹的巫帚病。

8. "仙人環" 某些能形成"仙人環"的蘑菇如仙環小皮傘菌[*Marasmius oreades* (Bolt.) Fr.]、巨卷傘菌 [*Paxillus giganteus* Fr.]及平菌[*Agaricus tabularis* Peck.]等對周圍植物的生長起着有害的作用(Ванин, 1955)。巨卷傘菌所形成的"仙人環"對於生長在"環"裏面及距離"環"不遠地方以內的松柏類幼樹能發生不良影響，這可能是由於這類蘑菇對樹木根系的毒害作用所引起的。

(四)蘑菇對交通、橋梁、建築等木材的危害 許多種類的蘑菇不僅可以生長在活立木上，而且在樹木被伐倒以後仍然能夠繼續發育，轉變爲腐生，也有許多種類是專性腐生的，它們能使多種有用木材發生腐朽，對國民經濟造成極大的損失。

1. 側生卷傘菌 [*Paxillus panuoides* Fr.] 側生卷傘菌(圖9)常腐生在住宅、建築物、板棚及礦井等處的木材上，引起褐色腐朽，被染木材呈現裂縫及稜狀結構。到了末期，木材變爲腐朽，乾燥時甚易用手搓成粉末。這種蘑菇在木材的縫隙裏面及表面形成根狀菌索及子實體。這種病害主要發生在密閉的、通風不良的以及以某種方式受潮溼且木材裏面含水量超過20%的木質結構中。

圖9. 側生卷傘菌

2. 毛頭鬼傘 在河北中部毛頭鬼傘多侵害屋頂，因爲那一帶居民所建築的房屋屋頂一般多用高粱稈蓋成約五、六寸厚的一層，再在上面塗上一層三、四寸厚的泥土。在夏季多雨時期就給於這種蘑菇的生長發育造成了良好的環境，這樣腐生的結果使許多房屋漏水或毀壞。

此外，美麗香菇及裂褶菌也都以毀壞各種加工木材爲主。前者通常腐生在針葉樹種的樹樁、加工木材上，尤其是鐵道枕木、橋梁、電綫杆以及糧倉建築木材被害甚多。這種蘑菇能迅速且強烈地破壞木材，起初使被害木材變成褐色，引起腐朽，以後變爲深褐色，擴展得甚爲迅速。腐朽末期，木材由於裂縫的形成而分裂爲長片，最後木材變成脆弱且易於破碎的物質。後者常腐生在闊葉樹的樹樁、倒木、半面枯死的活立木、加工木材、集場木材、竹建築物以及鐵道枕木等上面。被染初期引起這些木材表面的輕微腐朽，以後侵入中心。這種病害在華北各地發生得比較輕微，但在長江流域多雨地區則發生得特別普遍。

由上面的材料來看，蘑菇對於國民經濟上的意義是很大的，無論直接或間接，與我們的關係都是十分密切的。我們掌握了它們的發展規律以後，就能夠使對我們有益的種類發展，進一步使它們更好地爲人類服務，使對我們有害的種類消滅。

第二章　蘑菇的植物學特徵

一、一般特徵

我們所見到的蘑菇是地上部分，也叫做子實體，它是由菌蓋及菌柄所合成的，這是一年生的部分，此外在地下還有多年生的菌絲體。無論子實體或菌絲體都是由無數菌絲交織而成的，它是一種假薄壁組織。

子實體的大小，隨種類而不同，有的很大，有的很小。大的如雞㙡[*Collybia albuminosa* (Berk.) Petch]，僅地上部分就高達20厘米以上，連同它的地下部分在一起，可達50厘米以上，它的菌蓋直徑可達20厘米以上；野蘑菇[*Agaricus arvensis* Schaeff.]高可達30厘米，它的菌蓋直徑可達40厘米；單生鵝膏[*Amanita solitaria* (Bull.) Fr.]高可達30厘米，菌蓋直徑可達20厘米；毛頭鬼傘[*Coprinus comatus* Fr.]高可達36厘米，菌蓋周圍可達25厘米；毛根氏小傘菌[*Lepiota morgani* Pk.]高可達20—40厘米，菌蓋直徑可達20—30厘米。小的如鐘形假金錢菌[*Omphalia campanella* (Batsch) Fr.](圖10)高僅1—3厘米，菌蓋

圖10. 鐘形假金錢菌

圖11. 硃砂小菌

直徑僅0.8—2厘米；射條假鬼傘菌[*Psathyrella disseminata* (Pers.) Fr.]高僅2—3厘米，菌蓋直徑0.6—1厘米；硃砂小菌[*Mycena acicula* (Schaeff.) Fr.](圖11)高僅2—5厘米，菌蓋

直徑僅 0.2—0.4 厘米。

子實體的耐久性也因種類而不同，如鬼傘屬(*Coprinus*)中的某些種類成熟後，菌蓋在一二天內就全部潮解；其中較小的種類，絕大多數的子實體在極乾燥的環境中並不潮解或腐敗，僅部分菌褶潮解，但在潮溼的氣候中才可能全部潮解。在苞脚菇屬(*Volvaria*)中的某些種類，由於菌組織甚軟，含水較多，因此也比較容易腐敗。在北風菌屬(*Pleurotus*)中的各種，則永不潮解。香菇屬(*Lentinus*)中某些種類的子實體在乾燥後，當再潮溼時仍可恢復原狀，而在口蘑屬(*Tricholoma*)中絕大部分種類就沒有這樣現象。

蘑菇子實體因種類的不同，有的習慣於叢生，有的習慣於單生，還有的種類子實體分散成環生。叢生的如磚紅無環菇[*Hypholoma sublateritium* (Schaeff.) Fr.]通常成大叢地生長在老樹樁上；毛頭鬼傘通常成數枚生在一起地小叢；墨汁鬼傘[*Coprinus atramentarius* (Bull.) Fr.]通常 2—3 枚生長在一起；晶粒鬼傘[*Coprinus micaceus* (Bull.) Fr.]通常 10—30 枚或更多叢生在一起；射條假鬼傘菌成大羣地擠生在一起。通常習慣於單生的種類主要有蛤蟆菌[*Amanita muscaria* (Fr. ex-L.) Quél.]、鬼筆鵝膏 [*Amanita phalloides* (Fr.) Quél.]、紅鵝膏 [*Amanita caesarea* (Fr. ex Scop.) Quél.]、單生鵝膏、絲草菇[*Volvaria bombycina* (Fr. ex Pers.) Quél.] 及臭草菇 [*Volvaria gloiocephala* (Fr. ex DC.) Gill.]，此外乳菇屬(*Lactarius*)及紅菇屬(*Russula*)中的大多數種類的子實體單個地生成，但有時也可能成數枚在一起地小羣。還有些種類的子實體常分佈在地上形成或多或少成正圓的環，這即所謂"仙人環"(圖 12)。這種"仙人環"開始由於幾點的生長，然後菌絲體通過土壤向遠心擴展所形成的。環的直徑年年增加，當菌絲體平均地呈放射狀向四周蔓延時，土壤中的有機物被菌絲體分解且吸收耗損，因此不能向回生長，結果在最後的菌絲體分枝上形成子實體，有時"仙人環"可以繼續蔓延很多年。能形成"仙人環"的蘑菇主要的有仙環小皮傘菌[*Maras-*

mius oreades (Bolt.) Fr.]、洋蘑菇[*Agaricus campester* (L.) Fr.]、野蘑菇、蛤蟆菌、高脚小伞菌 [*Lepiota procera* (Fr. ex Scop.) Quél.]、雞油菌[*Cantharellus cibarius* Fr.]、平菌[*Agaricus tabularis* Peck.] 及巨卷伞菌 [*Paxillus giganteus* Fr.]、喇叭菌 [*Clitocybe geotropa* (Fr. ex Bull.) Quél.]、巨陡頭 [*Clitocybe gigantea* (Fr. ex Sow.) Quél.] 及白陡頭 [*Clitocybe candida* Bres.] 等。

圖 12. 仙人環(野蘑菇)(從 Atkinson).

圖 13. 黄汁乳菇

蘑菇子實體在新鮮時的質地也因種類而不同，肉質的如乳白小伞菌 [*Agaricus comtulus* Fr.]、黄汁乳菇 [*Lactarius chrysorheus* Fr. (圖 13)]、黄褐紅菇[*Russula olivacea* (Schaeff.) Fr.]、美麗紅菇[*Russula lepida* Fr.]、雞油菌及聯柄小皮伞菌[*Marasmius cohaerens* (Fr.) Bres.]等；質脆的如附肢緣幕菇 [*Hypholoma appendiculatum* (Bull.) Fr.]、得堪多無環菇[*Psathyrella candolleana* (Fr.)(= *Hypholoma candolleanum* Quél.)]、脆紅菇[*Russula fragilis* (Pers.) Fr. (圖 14)]毒紅菇 [*Russula emetica* (Schaeff.) Fr.] 及黄絲蓋蘑 [*Tricholoma sejunctum* (Fr. ex Sow.) Quél.] 等；革質的如裂褶菌

[*Schizophyllum commune* Fr.] 及豹斑菌 [*Lentinus tigrinus* (Bull.) Fr.]等；柔韌的如假雞油菌[*Clitocybe aurantiaca* (Fr. ex Wulf.) Stud. (= *Cantharellus aurantiacus* Fr.)]；軟弱的如溝褶雲菌[*Trogia crispa* (Pers.) Fr.]；海綿質的如無柄卷傘菌[*Paxillus corrugatus* Atk.]；膜質的如灰膜鬼傘[*Coprinus ephemerus* (Bull.) Fr.]等。

圖 14. 脆紅菇

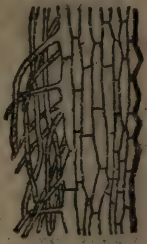


圖 15. 根狀菌索的索狀編維組織縱切面

二、形態與構造

子實體內部由於菌絲的結合或分化的結果，可以形成各種組織，就是菌組織。它們的種類很多，主要可以分爲以下四大類：

1. **索狀編維組織** 這類組織是由許多平行的菌絲小束集合在一起且生出橫分枝所形成的，如某些蘑菇的根狀菌索就屬於這一類(圖 15)。木材上所發生的根狀菌索特別發達，它們的構造相似高等植物的根，也有皮層、髓部與生長點等的分化現象。

2. **假薄壁組織** 這類組織的結合較第一類的更爲緊密，而且已經變成較爲堅固的組織了，它們各菌絲的細胞相互密結，宛如高等植物的薄壁組織。例如菌蓋、菌柄及菌褶就都是由這種組織所形成的(圖 16)。

3. **鈍端細胞組織** 這類組織的結合，較第二類的稍爲粗軟，它們是由比較長形的細胞所組成的。其內富含肝糖類的營養物質，

常發見在菌蓋及菌褶等處。

4. 分泌組織 這類組織見於乳菇屬的子實體內，就是在銳端

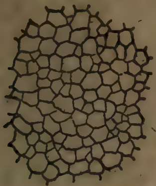


圖 16. 菌柄橫切示假薄壁組織

圖 17. 松乳菇的乳管(*l*.)（從 Лебедева）

細胞組織或假薄壁組織內，由長形的乳管所構成的(圖 17)。這種乳管內含有大量乳汁，當子實體組織被碰破的時候，則分泌出大量乳汁。此外，在小菌屬(*Mycena*)中的某些種子實體組織被碰破時，也分泌出有色的或水狀的汁液。

蘑菇的子實體詳細分之，包括以下各部：

(一)菌蓋

菌蓋是子實體最明顯的部分，形狀好像一個帽子，其表面的菌絲形成皮層或角皮。這種角皮有時很厚，裏面常含有色素，因而使菌蓋呈現各種美麗的顏色。某些種類菌蓋表面的菌絲細胞結構並不一樣(圖 18)，不少種類的外壁已變成膠質化，覆在菌蓋的外表面並在其上形成一層粘着的膠質物，通常稱爲表膜。有時角皮雖然停止生長，但其他部分却還在繼續生長，這樣，就在菌蓋表面形成了毛茸、纖維、鱗片或顆粒等附屬物。

圖 18. 菌蓋表面菌絲細胞的結構：a. Psilocybe 菌蓋的表面，不具分化的表皮；b. Conocybe togularis 菌蓋的表皮（成子實層的形狀）；c. Tricholoma ionides 菌蓋的表皮。（從 Malençon）

角皮下面就是菌肉(菌髓)，有的種類如香菇[*Lentinus shiitake*

(P. Henn.) Sing.]的角皮與菌肉不易分離，而毒紅菇的角皮則易於從菌肉處分離。菌肉按構造一般可分爲兩種，即柔毛菌肉和泡囊菌肉(圖 19)，前者爲一般種類菌肉的構造，其菌絲呈絲狀；後者如在紅菇屬和乳菇屬中的種類，菌絲的很多分枝變成膨大的泡囊。這些泡囊成羣地遍佈在菌蓋的菌肉裏面，有時形成了菌肉的主要部分，在其間隙內也充以絲狀菌絲。

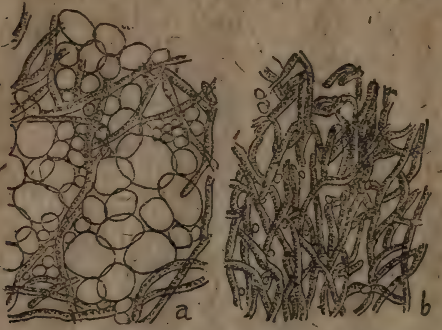


圖 19. 菌肉的種類：a. 泡囊狀的(紅菇屬)；b. 柔毛狀的。(從 Atkinson)

至於菌肉的顏色因種類而不同，呈一致白色的如假芝蘑菌 [*Amanita pantherina* (Fr. ex DC.) Quél.]；呈白色，但在靠近菌蓋角皮處却呈橙色的如蛤蟆菌；被碰破後暴露在空氣中的菌肉可由淡黃變成淡紅或淡褐色的如卷傘菌 [*Paxillus involutus* (Batsch.) Fr.]。

1. 菌蓋的顏色 菌蓋表面的顏色因種類而不同，多種多樣，十分複雜，不過通常可分白、黃、褐、灰、紅、紫及綠等。而且有時顏色變化很大，幼小與老熟時的顏色可能不同，中央與邊緣的顏色可能也有不同，顏色始終保持一致的種類並不多。

菌蓋呈白色的，如卵蓋鵝膏 [*Amanita ovoidea* (Fr. ex Bull.) Quél.]及毒鵝膏[*Amanita virosa* (Fr.) Quél.]等；菌蓋呈黃色的，如黃紅菇[*Russula lutea* Fr.]及硫磺赤山菌[*Hygrophorus chlorophanus* Fr.]等；菌蓋呈褐色的，如白褐蘑菇[*Tricholoma albobrunneum* (Pers. ex Fr.) Quél.] 及單色鱗耳菌 [*Pholiota unicolor* (Vahl.) Fr.]等；菌蓋呈灰色的，如美味赤山菌[*Hygrophorus agathosmus* Fr.] 及三月赤山菌 [*Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres.]等；菌蓋呈紅色的，如蛤蟆菌及美麗紅菇等；菌蓋呈紫色的，如紫絲膜菌[*Cortinarius violaceus* (L.)

Fr.]及綠紋絲膜菌[*Cortinarius praestans* (Cord.) Sacc.]等；菌蓋呈綠色的，如青頭菌 [*Russula virescens* (Schaeff.) Fr.]及粘乳菇 [*Lactarius blennius* Fr.]等。菌蓋具有同心輪紋的如輪紋乳菇[*Lactarius zonarius* (Bull.) Fr.]呈草黃色或橙色具番紅黃色的輪紋；松乳菇[*Lactarius deliciosus* (L.) Fr.]呈橙色具較深色的輪紋。菌蓋雜以斑點的，如松乳菇有時具各色斑點；黃汁乳菇有時具黃色斑點。同種蘑菇中不同個體的菌蓋有時顏色也並不一致，如灰鵝膏 [*Amanitopsis vaginata* Roze]由灰色至鼠皮灰色、褐色或赭石褐色；高絲膜菌 [*Cortinarius elatior* Fr.]黃色、赭石色或褐色且初期常染以紫色。菌蓋在幼小與老熟時顏色不同的，如林蘑菇[*Agaricus silvicola* (Vitt.) Sacc.]幼小時白色，後變爲淡橙黃色或微紅黃色；藍黃紅菇 [*Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.] 幼小時青紫色、石板色、深青紫色，老熟時時常變爲綠色或橄欖色。

2. 菌蓋表面的特性 蘑菇的種類不同，它們菌蓋表面的特性也不同，表面乾燥的，如洋蘑菇；表面潮濕時粘滑的，如斑褶菌 [*Panaeolus retirugis* Fr. (圖 20)]；表面幼小時粘滑的，如藍柄小菌 [*Mycena cyanothrix* Atk.]；表面潮濕時多水的，如蠟蘑 [*Laccaria laccata* (Fr. ex Scop.) Berk. et Broom. (= *Clitocybe laccata* Quél.)]；表面呈膠質的，如粘絲膜菌 [*Cortinarius collinitus* (Pers.) Fr.]；表面爲吸濕性的，如異形無環菇 [*Hypholoma incertum* Pk.]。

圖 20. 斑褶菌

至於菌蓋的表面，有的種類平滑，有的具溝紋。表面平滑的，如野蘑菇及春生鵝膏[*Amanita verna* (Fr. ex Bull.) Gill.]等；表面平滑且發

閃光的，如橙褐乳菇[*Lactarius volemus* Fr.]及毒紅菇等；表面平滑且發雲母顆粒閃光的，如晶粒鬼傘；表面平滑且具絲狀纖維的，如洋蘑菇及桂皮色絲膜菌[*Cortinarius cinnamomeus* (L.) Fr.]等。表面具由中央向邊緣放射條紋的，如射條假鬼傘菌及條紋紅褶菇[*Entoloma strictius* Pk.]等；僅在邊緣具條紋的，如硃砂小菌及晶粒鬼傘等。

3. 菌蓋表面的附屬物 許多種類的蘑菇，菌蓋表面具有各種各樣的附屬物，如鱗片、裂片、顆粒、叢卷毛、小疣、碎片、毛茸及細絨等。表面具鱗片的，如赭鱗蘑菇[*Agaricus subrufescens* Pk.]及平蓋蘑菇[*Agaricus placomyces* Pk.]等。表面具裂片的，如梨味蘑菇[*Inocybe piriodora* (Fr. ex Pers.) Quél.(圖 21)]及大灰蘑[*Lepiotá rhacodes* (Vitt.) Quél.]等。表面具小顆粒的，如附肢緣幕菇幼小時具白色的小顆粒，假面蘑菇[*Rhodopaxillus saevus* (Gill.) R、Mair. (= *Tricholoma personatum* Fr.)]幼小時具白粉末狀的小顆粒。表面具叢卷毛的，如毛頭鬼傘；起初，具叢卷毛，成熟後變爲叢卷毛式三角形鱗片的，如干北風菌

圖21. 梨味蘑菇

圖22. 橙黃鵝膏

[*Pleurotus dryinus* (Pers.) Fr.]。表面具小疣的，如棘蓋鵝膏 [*Aspidella echinocephala* (Vitt.) Gilb. (= *Amanita echinocephala* Quél.)] 及疣杯鵝膏 [*Amanita rubescens* (Fr. ex Pers.) Quél.]等。表面具碎片的，如橙黃鵝膏[*Amanita citrina* (Schaeff.) Roq. (圖 22)]及鵲鬼傘[*Coprinus picaceus* (Bull.) Fr.]等。表面具毛茸的，如寬褶蘑菇[*Collybia platyphylla* (Fr. ex Pers.) Quél.]具微細的毛茸；覆瓦菇[*Lentinus vulpinus* (Sow.) Fr.] 具粗糙的毛茸；毛頭乳菇 [*Lactarius torminosus* (Schaeff.) Fr.] 具豐富且邊緣特別長的毛茸。表面具細絨的，如構菌[*Collybia velutipes* (Curt.) Fr.]及假橙褐乳菇[*Lactarius corrugis* Pk.]等。

4. **菌蓋的形狀** 蘑菇的種類不同，它們菌蓋的形狀也各有所區別，有時即使是同一種，但在幼小與老熟時可能不同。通常多以成熟時爲標準，基本上可以分爲以下十一個類型：

(1) 平展型的，如春生鵝膏、香味蘑菇[*Lepiota clypeolaria* (Fr. ex Bull.) Quél.]及野蘑菇等；(2) 平展臍凸型的，如皺鱗耳菌 [*Rozites caperata* (Fr. ex Pers.) Karst.]、粉色小菌 [*Mycena pura* (Fr. ex Pers.) Quél.] 及灰蘑菇 [*Tricholoma terreum* (Fr. ex Schaeff.) Quél.]等；(3) 凸出型的，如根蘑 [*Hebeloma radicosum* (Fr. ex Bull.) Rick.]、絲草菇及林蘑菇等；(4) 凸出臍凸型的，如星孢毒杉菌 [*Inocybe asterospora* Quél.]、長柄菇[*Xerula longipes* (Quél. ex Bull.) R. Mair.] 及蜜環菌 [*Armillariella mellea* (Fr. ex Vahl.) Karst.] 等；(5) 中凹型的，如普通小菌[*Mycena vulgaris* (Pers.) Fr.]、干北風菌及卷傘菌等；(6)漏斗型的，如豹斑菌、羊毛白乳菇[*Lactarius vellereus* Fr.] 及梅色蘑菇 [*Clitopilus prunulus* (Fr. ex Scop.) Quél.] 等；(7) 漏斗臍凸型的，如紅乳菇 [*Lactarius rufus* (Scop.) Fr.]、甜乳菇[*Lactarius mitissimus* Fr.]及漏斗蘑 [*Clitocybe infundibuliformis* (Fr. ex Schaeff.) Quél.] 等；(8) 角型的，如美味北風菌 [*Pleurotus cornucopiae* (Pers.

ex Paul.) Gill.]、蝸売菇 [*Lentinellus cochleatus* (Fr. ex Pers.) Karst.]及橄欖陡頭菌[*Clitocybe olearia* (Fr. ex DC.) R. Mair.]等；(9) 圓錐型的，如斑褶菌、溝柄小菌[*Mycena polygramma* (Fr. ex Bull.) Quél.] 及錐形赤山菌 [*Hygrophorus conicus* (Scop.) Fr.]等；(10) 鐘型的，如毛頭鬼傘、側肖傘菌 [*Galera lateritia* Fr.] 及小傘菌 [*Mycena galericulata* (Fr. ex Scop.) Quél.] 等；(11)陀螺型的，如黃褶網結菇 [*Phylloporus rhodoxanthus*(Schw.) Bres. (=*Paxillus flavidus* Berk.)]、粘外幕菌[*Gomphidius viscidus* (L.) Fr.] 及牧場赤山菌 [*Hygrophorus pratensis* (Pers.) Fr.]等(圖 23)。

圖 23. 菌蓋的形狀 (模式圖)

5. **菌蓋邊緣的形狀** 由於蘑菇的種類不同，它們菌蓋邊緣的形狀也不一樣，在它們一生中，菌蓋邊緣的變化並不是一成不變的。它們在幼小時與成熟後的形狀可以完全不同，以個體成熟時爲標準，通常基本上可以分爲以下四種類型：

(1)內折型的，如鱗耳菌[*Pholiota squarrosa*(Mull.)Quél.]、假芝蘼菌及苦蘑菇[*Tricholoma acerbum* (Fr. ex Bull.) Quél.] 等；(2) 反折型的，如扭柄金錢菌 [*Collybia distorta* (Fr.) Quél.]、梨味蘑菇及楊鱗耳 [*Agrocybe cylindracea* (Fr. ex DC.) R. Mair.]等；(3)外卷型的，如糞生鬼傘[*Coprinus fimetarius* Fr.]、毛頭鬼傘及鵲鬼傘等；(4)內卷型的，如卷傘菌、裂褶菌及卷緣乳菇 [*Lactarius resimus* Fr.] 等 (圖

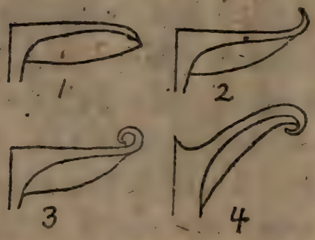


圖 24. 菌蓋邊緣的形狀

24)。

菌蓋的邊緣一般為全緣並且整齊，但有的種類也時常在成熟時變成波狀或分葉狀，如白陡頭菌蓋的邊緣起初全緣且平滑，後變成波狀而稍呈分葉狀；柏多拉毒杉菌 [*Inocybe patouillardi* Bres.] 菌蓋的邊緣從幼小到成熟一直呈分葉狀；污乳菇 [*Lactarius fuliginosus* Fr.] 成熟時菌蓋的邊緣呈波狀；灰鵝膏成熟時菌蓋的邊緣沿菌褶向內淺裂的結果呈細鋸齒狀；洋蘑菇菌蓋的邊緣永呈全緣且平滑。

(二)菌褶

菌褶是生長在菌蓋下面的薄片，它們的排列，呈輻射狀由菌蓋中央近菌柄的頂端(或直接着生在菌柄頂端)而達到邊緣，或由菌蓋的一點呈摺扇狀地向一面擴展開。它們都與菌蓋下表面呈垂直方向且向着地心，每片菌褶一般在固着的部分(接近菌蓋下表面的部分)較厚，而在游離的一面較薄，因此，每片菌褶的橫切面都呈楔形。這種形式的構造，是與它的孢子放射機能相適應的，這樣，孢子在放射時就不致於被阻塞在菌褶面上了。

1. 菌褶的顏色　菌褶的本身並沒有什麽顏色，通常多由於孢子的顏色，而使其表面呈現出應有的色彩。菌褶的這種顏色有時在子實體的一生中有不同的變化，以洋蘑菇為例，當其子實體非常幼小的時候呈白色，但不久即變成粉紅色，直至內菌幕破裂後，粉紅色不久即變成暗褐色，當子實體十分老熟時，它們又變成近於黑色了。

2. 菌褶的形狀　當通過菌蓋把成熟的子實體縱切開以後，就可以很明顯地觀察到菌褶的形狀，從輪廓上可分它們為 (1) 寬形的，如卵蓋鵝膏及美麗紅菇等；(2)窄形的，如得堪多無環菇及辣味乳菇 [*Lactarius piperatus* (Scop.) Fr.] 等；(3)披針狀的，如鹿皮菇[*Pluteus cervinus* (Fr. ex Schaeff.) Quél.]及多水鷹菇 [*Psathyrella hydrophila* (Fr. ex Bull.) R. Mair.]等；(4)三角形的，如斑褶菌及長柄粘蓋菌 [*Mucidula radicata* (Fr. ex Rehl.) Bour.]等(圖 25)。

菌褶尖端的形狀也因種類不同而有所區別，但基本上可以分爲(1)漸狹尖：尖端逐漸狹窄成一銳尖；(2)急尖：尖端驟然形成一三角形的尖；(3)鈍尖：尖端成渾圓形。

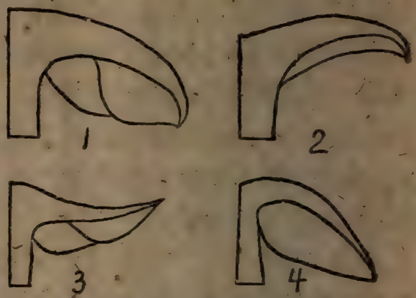


圖 25. 菌褶的形狀

當從菌蓋下面觀察菌褶由中央向四周放射的形式時，蘑菇的種類雖多，但基本上可以分爲下列六種類型：

(1)相等型：各個菌褶通常由菌蓋下表面中央延展到菌蓋邊緣，長短彼此相等，如青頭菌、毒紅菇及美柄小菌[*Mycena inclinata* (Fr.) Quél.]等；(2)不等型：長短菌褶(整菌褶及半菌褶)交互生成，如黑紅菇[*Russula nigricans* (Bull.) Fr.]、假面蘑菇及汚乳菇等；(3)相等曲折型：各個菌褶長短相等，子實體老熟半乾燥後，呈現曲折狀，如溝柄小菌、小傘菌及乳柄小菌[*Mycena galopoda* (Fr. ex Pers.)Quél.]等；(4)不等曲折型：各個菌褶長短不等，子實體老熟半乾燥後，呈現曲折狀，如肥鱗耳菌 [*Pholiota adiposa* Fr.]、黑假金錢菌[*Gomphidius nigricans* Pk.]及側卷傘菌等；(5)二叉型：開始時不分叉，後分爲二叉，如卷緣乳菇、叉褶輪紋乳菇 [*Lactarius chelidonium* Pk.] 及蠔菌等；(6) 數次分叉型：開始時不分叉，後分爲二叉，最後成爲數次分叉，如假雞油菌、無柄卷傘菌

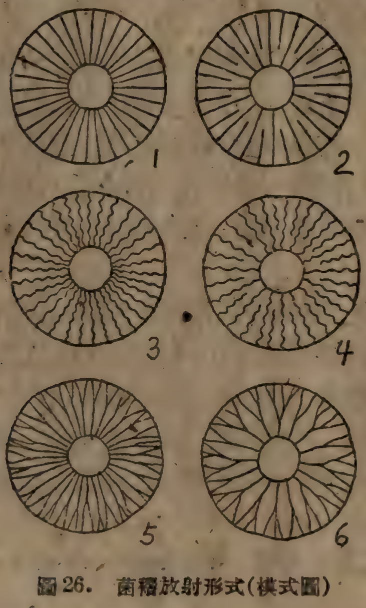


圖 26. 菌褶放射形式(模式圖)

及黑毛卷伞菌 [*Paxillus atrotomentosus* (Bats.) Fr.] 等（圖 26）。

以上六型不能孤立且絕對地來認識，因為每一種蘑菇的菌褶放射形式有時並不只限於某一型，可能屬於兩型或兩型以上。如青頭菌的菌褶雖然是相等型，但其中也時常出現不等型的短菌褶；黑毛卷傘菌的菌褶雖然是數次分叉型，但其中二叉型菌褶也存在不少；角北風菌數次分叉型的菌褶在基部成網結狀；無柄卷傘菌的菌褶數次分叉且曲折得極其明顯；卷緣乳菇的菌褶二叉且不等；黑假金錢菌的菌褶不等曲折且有時二叉；叉褶輪紋乳菇的菌褶二叉且在基部有時網結。

不同種類蘑菇的菌褶邊緣（菌褶刃）也有其一定的特徵，通常菌褶的邊緣是比較銳利的，但在雞油屬（*Cantharellus*）及溝褶屬（*Trogia*）等內種類的菌褶邊緣是非常鈍的，如雞油菌的菌褶邊緣最鈍時可達 2.5 毫米。此外在某些特殊的種類中的菌褶退化成僅有的脈絡或隆脊。菌褶的邊緣通常是全緣，但在豹斑菌、美麗香菰 [*Lentinus lepideus* Fr.] 及假雞油菌等菌褶的邊緣形成鋸齒。裂褶菌的菌褶沿着邊緣縱裂為二且二緣彼此向相反的方向外卷。

3. 菌褶與菌柄相着生的關係 這種特徵時常做為分屬的依據之一，通常可以分為以下幾型：(1)貼生的：菌褶後端與菌柄相接觸，且一般呈矩形地與其着生在一起，如鱗耳屬（*Pholiota*）；(2)延生的：菌褶後端沿菌柄下延，如卷傘屬（*Paxillus*）；(3)彎生的：菌褶在與菌柄着生的後端具一缺口或弧曲，如口蘑屬；(4)離生的：菌褶後端不與菌柄接觸而呈游離狀態，如蘑菇屬（*Agaricus*）；(5)隔生的：菌褶僅以後端的上角與菌柄接觸，如金錢屬（圖 27）。有時一屬內或甚至一種內都可能不僅限於某一類型，如在小傘菌內

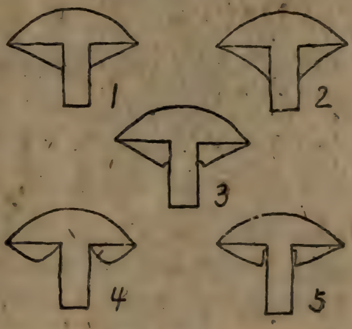


圖 27. 菌褶與菌柄着生關係
（模式圖）

菌褶可能爲貼生或隔生且具一輕微的延生的小齒；又如在赤山菌屬內的種類，可能爲隔生或彎生。

在鬼傘屬中的菌褶時常佔據菌蓋的大部分，且在子實體成熟時溶解成黑色汁液滴下，但某些形體較小的種類，其菌褶並不完全溶解，如晶粒鬼傘等。

某些種類的菌褶很容易從子實層體(即菌蓋下表面處)處分離，如赤山菌屬(*Hygrophorus*)及粘外幕屬(*Gomphidius*)等中的種類。而在另外的種類中，菌褶却不容易從子實層體處分離，如香菇屬及陡頭屬(*Clitocybe*)等。

蘑菇的種類不同，其菌褶數目的多少也不一樣，作者觀察的結果，通常菌蓋直徑達 8.5 厘米的洋蘑菇的菌褶數目可達 425 片；菌蓋直徑 6.5 厘米的紅鵝膏的菌褶數目可達 265 片；菌蓋直徑 6.5 厘米的赭色絲膜菌 [*Cortinarius ochroleucus* (Schaeff.) Fr.] 的菌褶數目可達 180 片；菌蓋直徑 3.8 厘米的長柄粘蓋菌的菌褶數目可有 68 片；菌蓋直徑 3.8 厘米的腎形餅菌的菌褶數目可有 48 片；菌蓋直徑 0.5 厘米的鐘形假金錢菌的菌褶數目則僅有 27 片。

4. 菌褶的內部構造 蘑菇的菌褶是由三部分組成的：(1) 菌髓：在菌褶的中央部分整個是菌髓，這種菌髓與菌蓋的菌肉發生直接地聯系；(2) 下子實層：這是一層很薄的組織，覆蓋在菌髓上面，其外面就是子實層；(3)子實層：這是最外面的一層，它是由担子、隔絲及隔胞所組成的(圖 28)。

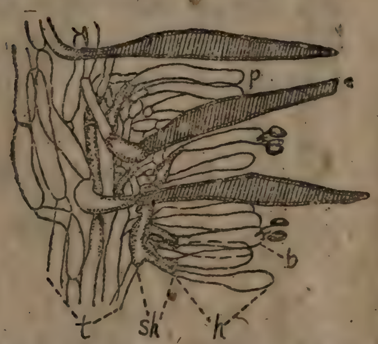


圖 28. 菌褶一部分的切面構造(聯柄小皮傘菌)：t，菌褶的菌髓；sh，下子實層；h，子實層；b，担子；p，隔絲；c，隔胞。(從 Atkinson)

至於菌髓，通常它的解剖構造排列成四種不同的類型：(1)纏結型：屬於這一型菌髓的菌絲向着四面八方生長，排列得沒有次序，其中央部分的組織形式簡單，如香菇屬中的種類。

(2)規則型：屬於這一型菌髓的菌絲彼此呈平行地排列着，大部分種類的蘑菇均如此，如蘑菇屬（*Agaricus*）及小傘屬（*Lepiota*）。(3)兩側型：屬於這一型菌髓的菌絲組成菌褶中央的一薄層（中央層），向着菌褶的每一側生長，通常向下延伸而形成傾斜向子實層的菌絲行列，如鵝膏屬。(4)倒置型：屬於這一型菌髓的菌絲是不正常的，主要乃因爲它是由下子實層所起源的，並且這種菌絲向着菌褶邊緣傾斜下來，如苞脚菇屬及鹿皮菇屬（*Pluteus*）（圖 29）。

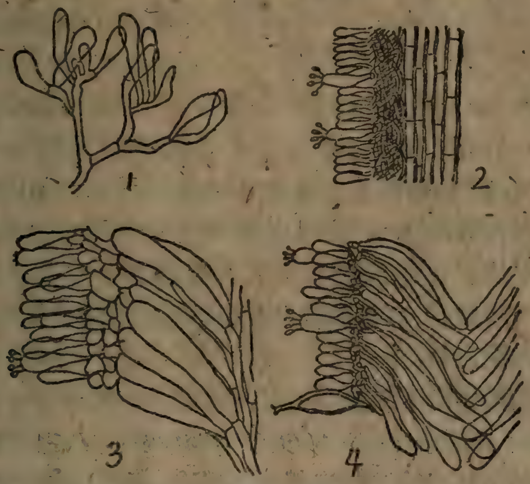


圖 29. 不同類型排列着的菌髓菌絲細胞。（從 Maublanc）

(三)子實層

菌褶的表面布以子實層，通常在菌褶與菌褶之間的菌蓋部分也布以子實層。這一層的來源如下：菌褶內部菌髓的菌絲從菌蓋下面生出且與其下表面呈垂直方向生長，菌絲的大量分枝向前推進，向着菌褶外表的每一方向生長且最後在頂端生成棒狀的排列緊密的細胞。這些細胞與菌褶表面垂直，結果佈滿了它的表面。這些棒狀細胞包括担子、隔絲及隔胞，担子是可育性的，其上通常產生四枚担孢子，隔絲及隔胞是不育性的。緊貼着這些棒狀細胞下面的一層，時常爲不同於菌髓其他部分的小細胞所組成的，這部分叫做下子實層。

1. 担子及担孢子 菌褶表面某些棒狀細胞形成担子，在其頂端通常產生四枚管狀的小梗，在每一小梗的頂端各生成一個單核的担孢子（即孢子）（圖30）。

圖 30. 担孢子形成過程(a—e)

在某些種類中，小梗退化爲二枚，這樣就僅能產生二個担孢子，如雙孢鵝膏 [*Amanita bisporigera*]、佛及尼亞赤山菌 [*Hygrophorus virgineus* (Wulf.) Fr.]、角雞油菌 [*Craterellus cornucopioides* (Fr. ex L.) Pers.]、卷翻小菌 [*Mycena metata*]、小傘菌、灰膜鬼傘、鼠皮小菌 [*Mycena murina*] 及栽培的洋蘑菇等。包赤(Bauch, 1927)已指出，這些種類中的担孢子稀爲雙核的，雖然僅在角雞油菌、灰膜鬼傘、鼠皮小菌及栽培的洋蘑菇等種內具有雙核。在某些種內僅產生二個單核的担孢子，其餘二枚殘核在担子內就瓦解了。

有的種類担孢子的數目不定，如橘緣小菌 [*Mycena citrinomarginata*]、裂緣小菌 [*Mycena dissiliens*]、狹頭小菌 [*Mycena leptocephala* Pers.] 及白條柄小菌 [*Mycena polygramma* var. *albida* (Smith, 1934)] 等在同一種菌蓋中的不同担子上可以產生 2、3 或 4 個担孢子。此外，在白粉肯菌 [*Galera silignea*] 中有具有單担孢子的担子。史密斯 (Smith, 1934) 也曾注意到毛小菌 [*Mycena capillaris* (Schum.) Fr.]、胆色小菌 [*Mycena cholea*]、橘緣小菌、裂緣小菌、淡孢小菌 [*Mycena lasiosperma*]、狹頭小菌、白條柄小菌、淡玫瑰色小菌 [*Mycena roseopallens*]、落葉松紅緣小菌 [*Mycena rubro-marginata* var. *laricis*] 及白小菌 [*Mycena vitilis* Fr.] 等的幼小担子中具有一個細胞核，這些種類被認爲是單性生殖的。

担孢子通常是不等邊的；它們在羣集時的顏色可分爲白色、淡紅色、黃色、褐色或黑色（但在顯微鏡下觀察時，它們的顏色有時

並不同於聚集時的顏色，白色的孢子印放在顯微鏡下就呈無色透明了)。

担孢子通常可以清楚地分爲四型：(1) 具一層內壁及一層外壁，常具一個清晰地芽孔。這一型的担孢子大多呈橢圓形、短圓筒狀或廣橢圓形且在一端常稍呈截斷形。(2)僅可以見到一層的孢子壁，通常多呈亞球形、廣橢圓形、橢圓形或圓筒形。(3)呈很顯著地多角形或表面具許多大瘤。(4)或多或少呈橢圓形、廣橢圓形或圓筒形，表面大多呈現 6 或 8 條縱溝，因此在橫切面上它們不呈圓形而却呈多角形或分葉狀的。這四型担孢子在形狀上多種多樣，它們的外表也不相同，有的種類担孢子表面平滑，有的種類担孢子表面粗糙，具小棘、小疣、網紋或各式隆脊等。

(1)担孢子呈卵狀橢圓形的，如高脚小傘菌；(2)呈橢圓形的，如單生鷄蓯；(3)呈紡錘狀橢圓形的，如香味蘑菇；(4)呈亞球形的，如鱗皮菇；(5)呈瓜子形的，如毛頭鬼傘；(6)呈球圓多角形的，如土生紅褶菇[*Entoloma lividum* (Fr. ex Bull.) Quél.]；(7)呈圓筒狀紡錘形的，如構菌；(8)呈球形的，如粘蘑菇 [*Mucidula mucida* (Fr. ex Schra.) Pat.]；(9)呈臘腸狀紡錘形的，如粘外幕菌；(10)呈顯著多角形的，如紅角孢菌[*Rhodophyllus rhodocylix* Lasch]；(11)表面呈顯著凹凸不平的，如蘚紅角孢菌[*Rhodophyllus sphagneti* (R. Nav.) Kühn-Romagn.]；(12)呈星狀的，如星孢毒杉菌；(13)表面具長棒狀附肢的，如飾孢毒杉菌[*Inocybe calospora* Quél.]；(14)表面具 6 條縱脊的，如梅色蘑菇；(15)表面飾以小棘的，如蠟蘑；(16)表面飾以小疣的，如緣紋絲膜菌；(17)表面飾以網紋的，如香乳菇[*Lactarius glycyosmus* Fr.](圖 31)。

圖 31 担孢子的形狀

每個子實體上，孢子的產

量是十分驚人的，根據阿瑟(Arthur, 1929)的記錄：一個菌蓋直徑達8厘米的洋蘑菇的子實體可產孢子1,800,000,000個；一枚通常的毛頭鬼傘可產孢子50億個，貝塞(Bessey)發現，一枚野蘑菇的子實體可產孢子27,000,000,000個。

孢子在子實體上成熟後，由於担子中滲透壓力的增大，即將孢子猛烈地放射出去，所有的孢子均呈水平方向外射。在孢子放射以前，在小梗頂端形成一小水珠；放射後，無論在小梗的頂端或孢子上都沒有孔的呈現(圖32)。

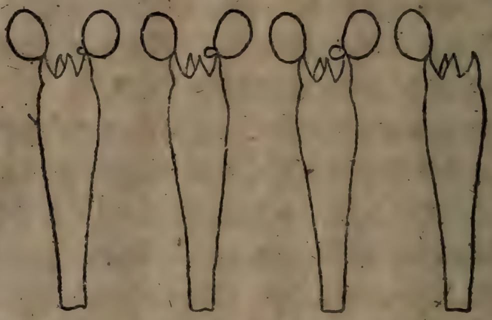


圖32. 担孢子從担子上放射前及所形成小水珠的現象（洋蘑菇）。(從 Buller)

根據布勒(Buller, 1909)的觀察，通常4個孢子繼續不斷地由幾秒至幾分鐘間隔內就可放射完了。所放射的距離可能為原孢子長度的10—20倍，即其射程可達0.1—0.2毫米的距離，且担子上的4個孢子放射的順序及地位也很規律(圖33)。

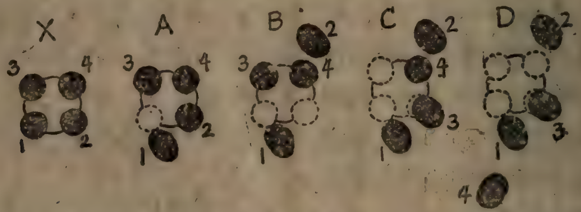


圖33. 洋蘑菇的四枚担孢子從一個担子上繼續放射的順序及位置（模式圖）。(從 Buller)

孢子放射的速度是非常大的，根據布勒(1909)的材料，灰鵝膏

的孢子成熟後放射一個的速度僅需 1/400 秒，其初速每秒近於 40 厘米。他也發現孢子下落的速度因蘑菇種類而不同，每秒在木蘑菇(*Collybia dryophila* (Fr. ex Bull.) Quél.]中爲 0.37 毫米；在鹿皮菇中爲 0.67 毫米；在洋蘑菇中爲 1.61 毫米；在毒紅菇中爲 1.64 毫米；在灰鵝膏中爲 2.95 毫米；在毛頭鬼傘中爲 3.96 毫米。

2. 隔絲 担子與担子之間被大量的不育性的隔絲給分開，除了不產生孢子外，與担子在外形上十分相似。不過担子較隔絲爲高，隔絲較担子爲寬。在某些種類的蘑菇子實體中並不產生隔絲。

3. 隔胞 菌褶的表面除了担子及隔絲外，另一種大型的細胞就是隔胞，幾乎在絕大部分種類中都具有隔胞。它們的起源如同担子，從菌褶內部菌髓較深處特殊的菌絲產生，或從下子實層細胞中產生。屬於前一類型的，如聯柄小皮傘菌，屬於後一類型的，如柏多拉毒杉菌。它們雖分佈在菌褶的整個表面，但以其邊緣處的數目更多。它們的數目比担子少得多。它們通常無色，但在某些種內，它們却具有顏色，這樣就使得菌褶的顏色發生很大的變化。隔胞常分泌潮濕且在其尖端匯集成水珠。某些種類的隔胞是分泌乳汁的菌絲的頂生細胞，或含有粘性物質的菌絲的頂生細胞。

隔胞着生位置不同，也具有不同的名稱，着生在菌褶邊緣的叫做緣生隔胞，着生在菌褶面上的叫做側生隔胞，這兩種隔胞在某些種內形狀相同，在某些種內形狀不同。鬼傘屬中的大多數種類的側生隔胞大而堅固，伸展出去橫跨在每兩片菌褶之間，支持着菌褶，使它們彼此間保持分離狀態(圖 34 A)。也有不少種類的子實層中不具隔胞，如凱撒毒杉菌 [*Inocybe caesariata* Fr.]、裂蓋毒杉菌 [*Inocybe leptophylla* Atk.]、櫻膠鱗耳[*Pholiota cerasina* Pk.]、皺鱗耳[*Pholiota rugosa* Pk.]及肥坑鬼傘[*Coprinus sterquilinus* Fr.]等。其中如肥坑鬼傘雖無隔胞，但由菌褶增厚的邊緣使菌褶彼此保持分離狀態(圖 34, B)。

不同屬的蘑菇，它們隔胞的形狀也各不相同(圖 35)。

(四) 菌柄

菌柄通常支持在菌蓋下面的正中央，有的種類爲偏心的或完

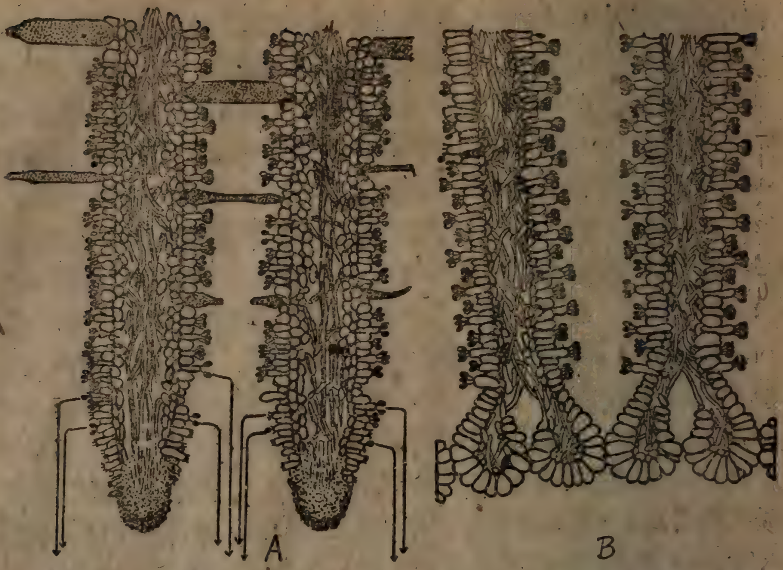


圖 34. 鬼傘屬支持菌褶的機械作用：A，以側生隔胞支撐菌褶的狀態（墨汁鬼傘）；B，以增厚的邊緣支撐菌褶的狀態（肥坑鬼傘）。（從 Buller）。

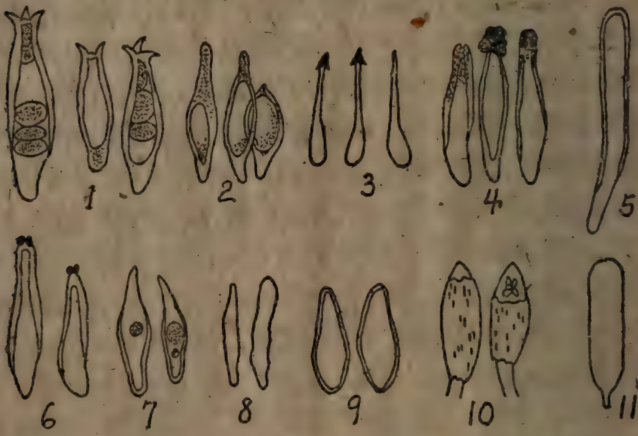


圖 35. 隔胞的形狀：1，㲯皮菇；2，獅皮菇 *Pluteus leoninus* (Fr. ex Schaeff.) Quél.；3，條柄蘑 *Melancleuca grammodia* (Fr. ex Bull.) Pat.；4，異色金錢 *Collybia tenacella* (Fr. ex Pers.) Quél.；5，玫色粘外幕菌 *Gomphidius roseus* (Fr.) Gill.；6，梨味蘑菇；7，長柄菇；8，香乳菇；9，裂傘毒杉菌 *Inocybe lacera* (Fr.) Quél.；10，小紅菇；*Russula minututa* Vel.；11，墨汁鬼傘。

全爲側生的，當菌柄缺如時，則菌蓋爲無柄的。中央生的，如鬼傘屬、鵝膏屬(*Amanita*)、小菌屬、蘑菇屬、苞脚菇屬及絲膜屬(*Cortinarius*)等；偏心的，如榆北風菌[*Pleurotus ulmarius* (Bull.) Fr.]及香菇等；側生的，如蠔菌、土生北風菌[*Acanthocystis geogenius* (Pers. ex DC.) Kühn. (= *Pleurotus geogenius* Gill.)、軟餅菌及側生卷傘菌等；無柄的，如無柄卷傘菌、裂褶菌、溝褶雲菌及巢褶菌等(圖36)。以上菌柄着生的位置也不能絕對孤立地來看，因爲在某些種內，菌柄着生的位置並不一律，如角北風菌的菌柄爲中央生或偏心的；蝸売菇的菌柄爲中央生、偏心或側生的；黑毛卷傘菌的菌柄爲偏心或側生的。

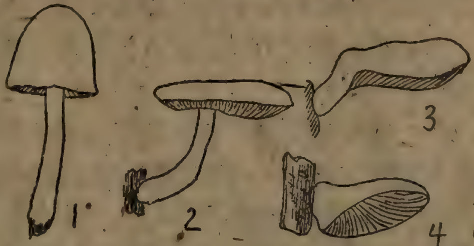


圖36. 菌柄着生的位置：1，中央生的；2，偏心的；3，側生的；4，無柄的。

菌柄通常爲直立的，但榆北風菌及射條假鬼傘菌等種類的菌柄呈彎曲狀態。

至於菌柄內部的特徵，通常可以分爲以下四型：(1)中實型：菌柄內部完全爲肉質的，如口蘑屬；(2)中空型：菌柄內部具有一空腔的，如斑褶菌；(3)管狀中空型：菌柄內部具一極爲狹窄的管狀空腔，如小傘菌；(4)填塞型：菌柄內部充滿着髓質物質，如洋蘑菇(圖

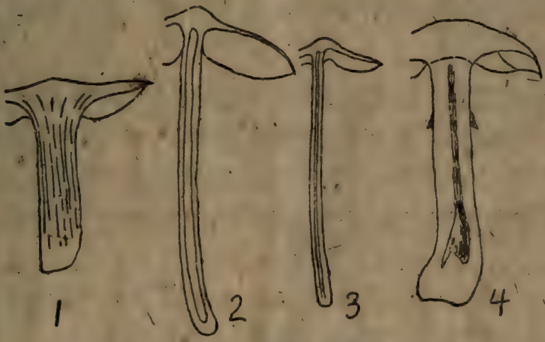


圖37. 菌柄內部特徵

37)。

以上這四型的特徵僅適於在自然狀態下的菌柄，有的種類在一生中是有變化的，如單生鵝膏的菌柄在老熟後變爲中實或塡塞型的；橙黃鵝膏的菌柄本來爲中實型，但老熟後則變爲中空型的；卷緣乳菇的菌柄本來爲中實的，但老熟後却變爲塡塞型的；鞘苞鵝膏[*Amanita spreta* Pk.]的菌柄爲中空或塡塞型的；粉狀假鵝膏[*Amanitopsis farinosa* Schw.]的菌柄爲中空或中實型的。

現將菌柄的質地、顏色、形狀及其表面的特徵等分別討論如下：

1. 菌柄的質地 菌柄按質地講通常可以分爲肉質、纖維質及軟骨質等三類。在陡頭屬及口蘑屬等中的菌柄爲肉質或纖維質的，它們的質地與菌蓋相一致，即都是由肉質或纖維質的組織所形成的。屬於這兩類的菌柄，當使它彎曲或破裂時，則或多或少呈海綿質或柔韌的，因此並不能把它迅速折斷。軟骨質的菌柄，其特性與軟骨相似，這種質地的菌柄永不與菌蓋質地相同，其菌蓋通常爲肉質或膜質的。通常這類菌柄是非常細弱但很堅固的，當盡力使其彎曲的時候，它並不或是突然折斷，或是折曲如一根綠色稻稈而不分離。

菌柄與菌蓋着生處有的種類彼此不易分離，有的種類則彼此甚易分離。屬於前一特性的爲同生組織的，屬於後一特性的爲異形組織的。同形組織的如無環菇屬(*Hypholoma*)、陡頭屬及北風菌屬等；異形組織的如毛頭鬼傘、晶粒鬼傘及墨汁鬼傘，鵝膏屬及小傘屬等。

2. 菌柄的顏色 菌柄的顏色有各種各樣，因種類而不同，如附肢緣蕈菇、毛頭鬼傘、蛤蟆菌及黃絲蓋蘑等的菌柄呈純白色；粉色小菌的菌柄在幼小時呈白色，不久即變爲與菌蓋顏色相同，僅上端稍淡；蜜環蕈的菌柄在菌環以上的部分呈微白色，菌環以下的部分呈淡褐或紅色；淚褶無環菇[*Hypholoma lacrymabundum* Fr.]、皺蓋無環菇[*Hypholoma rugocephalum* Atk.]、鞘苞鵝膏及星鱗小傘菌[*Lepiota asperula* Atk.]等的菌柄與其菌蓋顏色一致；

此外還有不少種類的菌柄顏色變化多端，如斑褶菌的菌柄可能呈煙灰色、淡紅褐色、蒼白色或有時呈純白色；赭褶紅菇 [*Russula alutacea* (Pers.) Fr.] 菌柄的顏色呈白色，部分呈紅色，有時呈紫色；多色鱗火焰菌 [*Flammula polychroa* Berk.] 的菌柄呈微黃色、近於紅葡萄酒色、紫色或淡紫色。

1. 菌柄的形狀 蘑菇的種類不同，它們菌柄的形狀也略有區別，通常可以分爲以下幾類：(1)紡錘狀的，如長柄菇、高絲膜菌及長柄粘蓋菌等；(2)倒棒狀的，如灰鵝膏、臭草菇及白紫絲膜菌[*Cortinarius alboviolaceus* (Pers.) Fr.]等；(3)鱗莖狀的，如卵蓋鵝膏、高脚小傘菌及假芝麻菌等；(4)球緣狀的，如橙黃鵝膏、黃肉絲膜菌 [*Cortinarius fulmineus* Fr.] 及藍絲膜菌 [*Cortinarius caerulescens* (Schaeff.) Fr.]等；(5)倒紡錘根狀的，如大鵝膏 [*Amanita spissa* (Fr.) Quél.]、疣環鵝膏及虎皮蘑菇[*Tricholoma pardinum* Quél.]等；(6)圓筒狀的。如構菌、蛤蟆菌及洋蘑菇等(圖 38)。

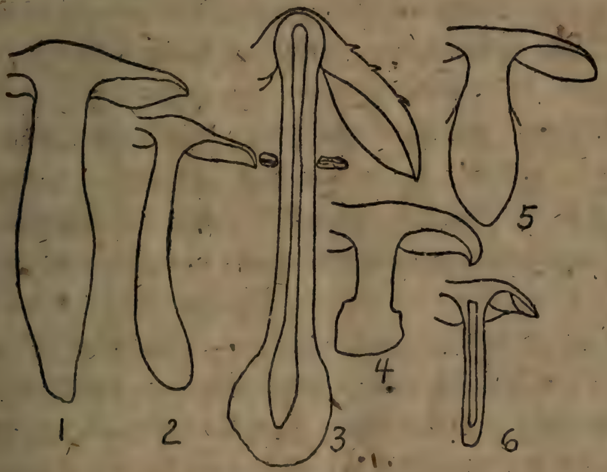


圖 38. 菌柄的形狀

不同種類的菌柄長短粗細也各不相同，長的如雞樅的菌柄連地下部分可達 50 厘米；短的如鐘形假金錢菌的菌柄僅長 1—2.5 厘

米；粗的如緣紋絲膜菌的菌柄基部膨大處可達 3.5 厘米；細的如硃砂小菌的菌柄直徑僅 0.05 厘米。

4. 菌柄表面的特徵 不同種類菌柄表面的特徵也不相同，有的種類菌柄表面平滑，有的飾以各樣印痕，還有的具有各種附屬物，現分別討論如下：

(1) 平滑的 屬於這一類的菌柄表面平滑，不具任何印痕或附屬物，如鬼筆鵝膏、假面蘑菇及絲草菇等。

(2) 具印痕的 屬於這一類的菌柄表面具有各種各樣的印痕，但其位置與分佈有時並不一樣。a. 平行縱條紋：如長柄菇的菌柄表面具有下凹條紋；條紋紅褶菇的菌柄表面具纖維狀條紋；約翰遜鱗耳菌[*Pholiota johnsoniana* Pk.]菌柄表面的條紋在菌環以上。 b. 小凹窪：如松乳菇及黃汁乳菇等菌柄的表面具有圓形或長圓形的小凹窪。 c. 網紋：如美味北風菌及蝸殼菇等菌柄的表面飾以突起的長網紋。 d. 斑點：如白褐蘑菇及豹斑菌等菌柄的表面飾以斑點。

(3) 具附屬物的 屬於這一類的菌柄表面具有各種各樣且在構造上比較複雜的附屬物。 a. 鱗片：如高脚小傘菌的菌柄表面具有細小鱗片；毛柄鹿皮菇[*Pluteus tomentosulus* Pk.]的菌柄上部具細小鱗片，下部具比較粗糙鱗片；肥鱗耳菌的菌柄表面具反折的鱗片。 b. 叢卷毛：如硫磺北風菌 [*Pleurotus sulfureoides* Pk.]的菌柄頂端具叢卷毛；黑毛卷傘菌的菌柄表面具稠密的叢卷毛；鱗耳菌的菌柄表面具鱗片狀叢卷毛。c. 小顆粒：如附肢無環菇的菌柄上端具小顆粒；金齒赤山菌 [*Hygrophorus chrysodon* (Bats.) Fr.]的菌柄表面布以小顆粒。d. 小碎片：如粘絲膜菌的菌柄在乾燥以後出現破裂的麵筋質的小碎片。 e. 纖維狀物：如普通小菌的菌柄基部具有纖維狀物。 f. 毛茸：各種菌柄上的毛茸種類最多，而且形態複雜，如毒杉菌[*Inocybe* sp.]菌柄表面的毛茸呈隔胞狀；某些種類菌柄表面的毛茸呈簇生的棒狀細胞形；扭曲小皮傘菌[*Marasmius torquescens* Quél.]菌柄表面的毛茸呈鑽狀；某些種類菌柄表面的毛茸爲多數菌絲游離出來所形成的(圖 39)。

此外，如在鐘形假金錢菌、小傘菌及蟓菌等菌柄的基部都具有毛茸。

蘑菇的菌柄可使菌蓋離開地面而展開在空氣中，這樣，某些汚物或害蟲便較難於侵害它們的孢子了，而且還有利於孢子的放散（凡是土生的種類都是有柄的，當然木上生的種類有的有柄，有的無柄）。即使是無柄的種類，由於菌褶向下，因此，同樣有利於孢子的放散。

圖 39. 菌柄表面毛茸的種類：1，隔胞狀的；2，簇棒狀的；3，鑽狀的；4，游離菌絲狀的。（從 Josserand）。

（五）菌幕

1. 外菌幕 某些種類的蘑菇子實體在菌蕾時期，其整個外表面被一層膜包被着，這層膜就是外菌幕。這種外菌幕很薄，這樣，在子實體發育過程中就被脹破而消失。在粘外幕屬的子實體幼小時期具有一粘質或膠質的外菌幕；在小傘屬的子實體幼小時期，其外菌幕與菌蓋及菌柄的基部粘合在一起；在鵝膏屬、假鵝膏屬（*Amanitopsis*）及苞脚菇屬中的子實體在幼小時期，其菌托就相當於外菌幕。

2. 內菌幕 在某些種類中，子實體發育的幼小時期，菌蓋邊緣與菌柄緊密地接觸着，二者之間被從菌蓋邊緣與菌柄的外層所生出的菌絲狀物覆蓋着，這種菌絲狀物交織成一柔弱的膜，就是內菌幕。內菌幕可以堅固地保留一個時期，後來由於在子實體發育過程中菌蓋的擴展而被撕破，但它的殘餘仍可以保留在菌蓋的下表面上，形成各式的附屬物。內菌幕通常可以分爲兩類，即蛛絲式的與附肢式的。

（1）蛛絲式內菌幕 這一類的內菌幕是由柔弱的絲狀物呈放射狀地從菌柄延展到菌蓋的邊緣，並不形成一個眞正的膜，其外觀好像一個蜘蛛網。這種內菌幕在子實體成熟時，其稀少的遺跡或

多或少發現在菌柄上面。如絲膜屬中所有的種類都屬於這一類(圖 40, A)。

(2) 附肢式內菌幕　在許多種類中，內菌幕爲由一離開菌柄而成薄片地懸掛在菌蓋邊緣的柔弱的膜所組成的(圖 40,B)。由於它的柔弱，因此，在某些種類中，有時在成熟後並不遺留下任何痕跡。這一類的內菌幕在形態及保存時期的長短因種類的不同而有區別。如淚褶無環菇的內菌幕在子實體幼小時期具毛茸，其質地與菌蓋表面相同，隨即被撕破且懸掛在菌蓋的邊緣上，老熟後即消失了；斑褶菌的內菌幕在子實體幼小時甚爲顯著且堅固，成熟後成小碎片地掛在菌蓋的邊緣上；懸幕鵝膏[*Amanita velatipes* Atk.]的菌柄延長、菌蓋擴展的時候，由於菌柄外層的破裂而形成內菌幕，當其從菌蓋邊緣處游離下來後，則向下懸掛在菌柄上，而形成一寬"領"；蜜環蕈的內菌幕可能爲薄膜質，也可能非常厚，也有時可能缺如；千北風菌的內菌幕在幼小的子實體或中等大小的子實體上顯著，且具有叢卷毛，當菌蓋開展時，則被撕破成不規則狀；多色鱗火焰菌的內菌幕，當子實體幼小時十分厚且布以叢卷毛，但菌蓋擴展時則被撕破掛在菌蓋邊緣成三角形殘片。

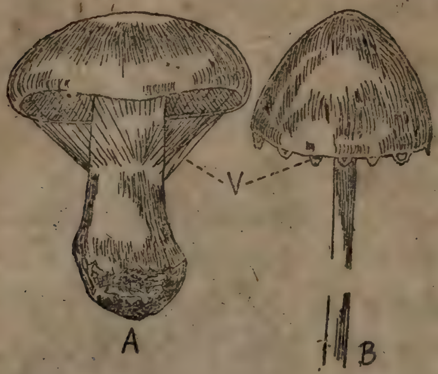


圖 40. 內菌幕的形式 (V)：A,蛛絲式的；B,附肢式的。

內菌幕通常爲單層膜所形成的，但平蓋蘑菇、林蘑菇及野蘑菇等內却爲雙層的，即內層(上層)與外層(下層)。

在某些屬內內菌幕缺如或退化，它們的子實體在幼小時期菌蓋邊緣雖與菌柄周圍聯合在一起，但其間並不具任何特殊的結構，如金錢屬(*Collybia*)、小菌屬、假金錢屬 (*Omphalia*)、白卷傘屬(*Leucopaxillus*)、卷傘屬、口蘑屬、陡頭屬、北風菌屬，假鵝膏屬、

乳菇屬、紅菇屬及火焰菌屬(*Flammula*)等。

內菌幕的顏色也因種類而不同，如洋蘑菇、附肢無環菇及臭小傘菌 [*Lepiota cristata* (Fr. ex Albert. et Schw.) Quél.] 等的內菌幕呈白色；乳白小傘菌的內菌幕呈微白色，其中並染以黃色；多色鱗火焰菌的內菌幕顏色與其菌蓋表面鱗片的顏色相同，即呈淡黃紅葡萄酒色、淡紫色或酒紫色等；赭色絲膜菌的內菌幕與其菌蓋及菌柄顏色一致，即呈淡乳黃色至淡黃色。

(六)菌環

具有內菌幕的絕大部分種類，在其內菌幕發育良好的菌柄周圍通常形成一個環，叫做菌環。菌環有的為游離且能動的，如在小傘屬及鬼傘屬中的某些種類(圖 41, A)；有的形成一向下懸掛着的膜質的不能動的環形帷幔在菌柄的周圍，如鵝膏屬中的種類 (圖 41, B)；有的菌環與菌柄的外皮層連生在一起，這樣，菌環好像一個鞘狀物，不完全地包圍着菌柄且在這"鞘"的上端邊緣呈流蘇狀，由"鞘"內突出菌柄的頂端，如小傘屬中的某些種類及根蘑(圖 41, C)；有的種類僅在菌柄周圍形成少量的絲狀物，如皺蓋無環菇(圖 41, D)。

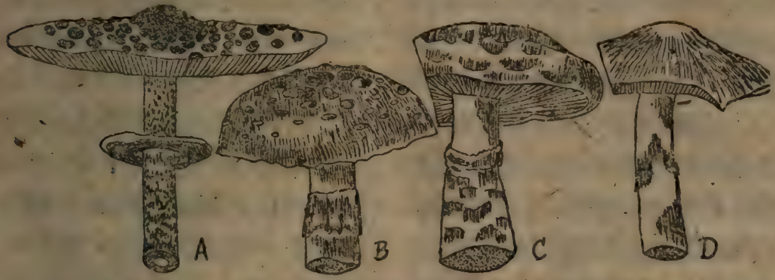


圖 41, 菌環的種類

有的種類雖具有內菌幕，但並不能形成菌環，如無環菇屬及斑褶菌屬(*Panaeolus*)。菌環通常為單個的，但在平蓋蘑菇、野蘑菇、陸德曼蘑菇[*Agaricus rodmani* Pk.]及蜜環蕈等中為雙菌環(圖 42)的。凡是具有雙層內菌幕的種類，就可能形成雙菌環，但陸德

曼蘑菇及蜜環蕈的內菌幕並不是雙層的。它所以能形成雙菌環是因爲它的內菌幕較厚,接觸在菌蓋邊緣的內外兩面上,當菌蓋擴展而從其邊緣處游離時,則形成了雙菌環。反之,林蘑菇雖然具有雙層內菌幕,但却不能形成雙菌環,因爲其外層內菌幕已經呈放射狀地分裂下來。

圖 42. 野蘑菇的雙菌環

菌環生在菌柄上的地位,也因種類而不同,通常可分爲上、中、下三處。菌環生在菌柄上部的種類,如香味蘑菇、林蘑菇及半球牛屎菇[*Stropharia semiglobata* (Fr. ex Bats.) Quél.]等;菌環生在菌柄中部的種類,如洋蘑菇;菌環生在菌柄下部的種類,如懸幕鵝膏與墨汁鬼傘等。

凡是沒有內菌幕的種類,都不具菌環。

菌環的顏色也因種類而不同,如紅鵝膏的菌環顏色與菌柄相同,即呈橙黃或黃色,且顏色的深淺與子實體大小也有關係;大灰蘑的菌環呈灰白色,後變成微紅色;黃草菇[*Agaricus xanthodermus* Gen.]的菌環呈白色;冠狀牛屎菇[*Stropharia coronilla* (Fr. ex Bull.) Quél.]的菌環白色且飾以平行的紫色或玫瑰色的小條紋。

菌環的質地及持久性也各不相同,如洋蘑菇的菌環容易破碎,當子實體老熟時,它通常萎縮且變成十分不明顯或完全消失;半球牛屎菇的菌環膜質、黏滑(潮濕時)、發育貧弱且爲脫落性的;墨汁鬼傘及晶粒鬼傘的菌環發育貧弱,呈纖弱的纖維質且甚易被雨水冲洗掉;毛頭鵝膏[*Amanita floccocephala* Atk.]及毒鵝膏的菌環膜質而薄,有時甚易撕裂;蜜環蕈的菌環堅固地生在菌柄上,但當它很薄而脆時又常消失;紋緣鱗耳[*Pholiota marginata* (Bats.) Fr.]的菌環當菌蓋擴展時隨即消失;赭色絲膜菌的菌環僅爲極少量的纖維絲,很快即消失;彎柄絲膜菌[*Cortinarius torvus* Fr.]的菌環膜質,但爲永存性的;高脚小傘菌的菌環厚而强

韌，雖在菌柄上能上下活動，但不易破碎。

（七）菌托

子實體在發育的早期，如在鵝膏屬、假鵝膏屬及苞脚菇屬內，全體被一層外菌幕包被着，在生長發育過程中，這層外菌幕不但不消失，反而增厚起來。在子實體幼小時期，這層增厚了的外菌幕有保護柔嫩菌蓋的機能，當菌蓋擴展菌柄伸長時，便把外菌幕脹破而整個地或一半地遺留在菌柄的基部，形成了一杯狀物，就是菌托。菌托通常爲地上生的，但鬼筆鵝膏的菌托却通常生在土壤或葉層內。

有的屬如粘外幕屬、囊皮屬（*Cystoderma*）及小傘屬等雖有外菌幕，但並不能形成菌托。前二屬的外菌幕甚薄而易於消失，後一屬的外菌幕與菌柄的基部及菌蓋緊密地粘貼在一起不能分離，因此沒有條件形成菌托。

菌托開裂的方式通常可分爲以下三類：

1. 頂裂的　幼小子實體在生長發育中由菌托（或稱外菌幕）頂端突出，結果在菌柄的基部遺留下一個大型的菌托。如春生鵝膏的菌托十分强韌，邊緣具顯著且離生的附肢，或多或少緊抱在菌柄的基部，呈白色、膜質而薄的鱗莖狀（圖 43，A）；毒鵝膏的菌托形狀與春生鵝膏的相似，但膜質而厚，呈白色。鞘苞鵝膏的菌托呈鞘狀且具 3—5 枚裂片，雖爲頂裂，但有時部分地粘在菌蓋表面上，呈不清潔的白的顏色；灰鵝膏的菌托也在菌柄的基部形成一顯著的鞘狀物（圖 43，B），通常十分柔軟且易於破碎，雖爲頂裂，但極少時候也可能在菌蓋表面遺留下碎片，呈白色。紅鵝膏的菌托大而呈肉質，堅韌，杯狀（圖 43，C），白色。草菇［*Volvaria volvacea* (Bull.) Fr.］的菌托頂裂後邊緣很不整齊，白色；臭草菇的菌托爲永存性的，呈短鞘狀地在菌柄的基部，白色，邊緣具裂片。絲草菇的菌托十分大而長，呈囊狀（圖 43，D），白色。

2. 周裂的　凡是屬於這一類的菌托，通常多爲比較薄的。其內部幼小子實體在發育中，脹破菌托，由四周橫裂開，結果下一半留在菌柄的基部，便形成一個淺杯狀菌托且具一甚爲狹窄的邊緣，

或在有的種類中，它的下半個很合適地緊貼着菌柄基部。菌托的上一半遺留在菌蓋的表面上，由於菌蓋的開展而使其破裂成為小碎片或小疣。屬於這一類開裂的如毛頭鵝膏的菌托下半個的邊緣並不淸楚和顯著，因為在菌托上混雜着土粒；懸幕鵝膏的菌托以上(即菌柄接近的地方)形成一或更多的環；假芝蔴菌的菌托為永存性的，膜質，呈具邊緣的鱗莖狀且在菌柄上形成一或二個環（圖43, E)。蛤蟆菌的菌托下一半與菌柄鱗莖狀的基部緊生在一起，菌托上一半遺留在菌蓋表面形成碎片，在菌柄下部及鱗莖狀菌柄基部上部形成顯著的、同心的、鱗片狀的中斷的環(圖 43, F)。橙黃鵝膏的菌托呈亞球狀且具一平滑的邊緣(圖 43, G)，其上面約三分之一的部分遺留在菌蓋的表面上，形成大碎片。

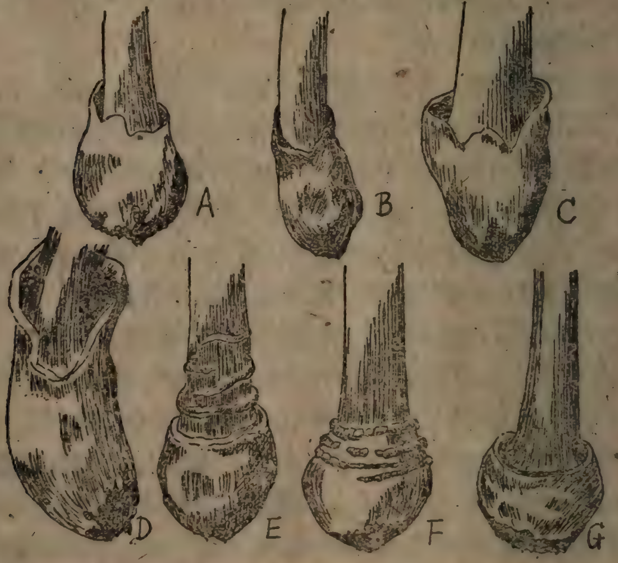


圖 43. 菌托的形狀（A—D 為頂裂的；E—G 為周裂的）；A，鱗莖狀的；B，鞘狀的；C，杯狀的；D，囊狀的；E，具環鱗莖狀的；F，具鱗片狀環的；G，亞球狀具平滑邊緣的。

3. 不規則破裂的　屬於這一類的菌托，在子實體生長發育過程中，成不規則地破裂。破裂後，僅在菌柄的基部或菌蓋表面發現

一些殘留破片，如疣杯鵝膏及粉狀假鵝膏等。

此外還有的種類，菌托的破裂不僅限於一類方式，如鬼筆鵝膏的菌托通常爲頂裂的，但當薄弱時則爲周裂。

第三章　蘑菇的分類

一、蘑菇在分類中的地位及標準

蘑菇在分類中屬於眞菌門(Eumycetes)，担子菌綱(Basidiomycetes)，同担子菌亞綱(Homobasidiomycetes)，傘菌目(Agaricales)，這裏所指的蘑菇屬於廣義的傘菌科(Agaricaceae)。本科約包括5,000—8,000種，分屬於50—112屬。各學者對這一科的看法極不一致，弗瑞斯(Fries, 1821)在這一科中的記載僅有2屬：蘑菇屬(*Agaricus*)及裂褶屬(*Schizophyllum*)。凱勒曼(Killermann, 1928)在恩格勒及普蘭托(Engler et Prantl)的第二版內記載有66屬。辛格(Singer, 1936)約包括有112屬。一般常把褶菌的許多屬包括在一科內，但在近年以來，如西姆(Heim)、辛格以及其他學者們已將這一科又分爲10或11科。現根據柏塞(Bessey, 1950)，仍將它們合併在一科內。

弗瑞斯將蘑菇屬又分爲38個族，其中大多數被他本人及其他學者在較晚時期認爲是屬。他最初分爲2屬是以菌褶全緣(蘑菇屬中)及縱裂(裂褶屬中)爲基礎的，以孢子印的顏色爲基礎，又把前屬分爲幾個族：白色、玫瑰色、赭石色、鐵銹色、紫褐色及黑色的各族。在薩卡都(Saccardo, 1887)的眞菌彙錄(Sylloge Fungorum)一書內將這些初步的族分別稱之爲白色孢子族[Leucosporae(孢子在顯微鏡下觀時呈無色透明)]、淡紅色孢子族[Rhodosporae(孢子淡紅至紅色)]、赭色孢子族[Ochrosporae(包括黃色、赭色及鐵銹色)]、黑色孢子族[Melanosporae(孢子暗褐、紫色或黑色)]。

分屬的標準通常决定於以下特徵：1. 菌蓋的形狀；2. 菌柄的質地、特徵以及它與菌蓋着生的關係；3. 菌褶的形狀、排列以及它與菌柄着生的關係；4. 菌環、絲膜、內菌幕、外菌幕及菌托的存在

或缺如；5. 菌蓋表面及菌柄的特性以及它們的附屬物的有無或特徵。具有以上的經驗足可以認識到屬的一般特徵，但是特殊的區別是很困難的。

以上所談到的這些特徵，大多依外部形態爲基礎，而沒有考慮到它們的內部構造。伐奥德(Fayod, 1889)及其他學者［凱斯丁(Karsten)、西姆、辛格等］曾經越來越着重地依據解剖學上的(如伐奥德發現菌褶內部菌髓的構造有四個不同類型）以及化學上的特徵和特性作爲分屬的標準。伐奥德所注意到的關於菌褶構造的類型、孢子壁的澱粉樣或非澱粉樣的特性(由於有澱粉的存在，故遇碘即變藍)、菌蓋角皮的解剖構造以及鎖狀連合的存在或缺如等。所有以上這些特徵和特性，在分類上都被認爲是很重要的。正因爲這些特徵和特性被作爲區別屬的標準還沒有得到統一的認識，所以屬及科的數目就發生了很大的差別。

至於分種的標準，通常根據以下的特徵和特性：1. 子實體的大小和顏色；2. 孢子的大小和它表面是否有附屬物或特徵；3. 隔胞的存在或缺如；4. 子實體內乳汁的存在或缺如以及暴露在空氣中時是否變色；5. 子實體被碰破後顏色的變化；6. 子實體的氣味；7. 菌環、絲膜、內外菌幕的特徵以及菌托的開裂方式等。

二、我國常見的蘑菇分屬檢索表*

1. 菌蓋及菌褶的菌髓爲由被連接組織圍繞着的球狀囊窠所組成的，且在各處皆具有不規則分散着的乳汁管。
   2. 子實體被割破處可以滲透出水狀至乳狀或有色的乳汁…………………………………………………………………乳菇屬 (*Lactarius*)
   2. 不具乳汁；子實體常甚脆…………………… 紅菇屬 (*Russula*)
1. 菌蓋及菌褶的菌髓不具球狀囊窠。
   2. 寄生在其他蘑菇的子實體上；菌蓋的菌肉破裂成爲一團厚垣孢子…………………………………………蕈寄生屬 (*Nyctalis*)

* 本檢索表僅爲了幫助尋找我國常見的菌屬，並不涉及它們之間的親緣關係，並且是指廣義的傘菌科而言。本表內各屬的特徵圖見圖版 I—II。

2. 如寄生在其他蘑菇的子實體上，則菌蓋的菌肉也不破裂成爲一團厚垣孢子。

3. 子實層蠟質；孢子透明無色且平滑……………………………………赤山菫屬 (*Hygrophorus*)

3. 子實層不呈蠟質，或如果呈蠟質，則孢子壁表具小棘。

4. 子實體若爲肉質則頗堅固，或膜質且甚柔弱；再潮濕時可回復原狀。

5. 菌褶堅固且具鋸齒狀的邊緣……香菇屬 (*Lentinus*)

5. 菌褶略柔軟且全緣……………………革耳屬 (*Panus*)

5. 菌褶全緣或僅略呈流蘇狀。

6. 菌柄偏心、側生或缺如；通常再潮濕時不回復原狀……………………………………北風菌屬 (*Pleurotus*)

6. 菌柄中央生，直徑通常爲 0.5—7 毫米；孢子永不呈澱粉樣………………… 小皮傘屬 (*Marasmius*)

4. 子實體通常木質或半木質，菌褶沿着邊緣開裂…………………………………………裂褶屬 (*Schizophyllum*)

4. 子實體柔軟，或若膜質則甚脆；通常再潮濕時不回復原狀。

5. 菌柄偏心、側生或缺如；孢子印黃色至銹褐色。

6. 菌褶易於從菌蓋下表面處分離；延生的菌褶有時在近菌柄處網結而變成孔狀……卷傘屬 (*Paxillus*)

6. 菌褶不易從菌蓋下表面處分離…………………………………………………餅菌屬(*Crepidotus*)

5. 菌柄中央生。

6. 孢子印白色至乳酪色或淡乳酪葡萄酒色…………………………………白色孢子族 (*Leucosporae*)

7. 菌柄細弱，如果直徑大於 5 毫米則具一清楚的軟骨質的皮層。

8. 菌蓋邊緣直伸，或如果爲內卷的則菌褶也不呈眞正延生的；如果菌蓋邊緣內卷且呈褐色至

灰色至微黑色的，則菌蓋具一分化的下皮……
……………………………………小菌屬（*Mycena*）

8. 菌蓋邊緣顯著內卷且菌褶呈貼生至隔生的；菌蓋缺少一分化的下皮；担子被酸洋紅染色後不呈現暗色的顆粒………金錢屬（*Collybia*）

7. 菌柄直徑通常超過 3—5 毫米，肉質。

8. 菌柄易於從菌蓋處分離，具一完全的破裂。

9. 菌托存在，菌環缺如……………………………
……………………假鵝膏屬（*Amanitopsis*）

9. 菌托與菌環俱存在………鵝膏屬（*Amanita*）

9. 菌托缺如，菌環存在；菌褶的菌髓交織成平行。

10. 孢子壁厚，具芽孔；具一活動的菌環……
……………白鬼傘屬（*Leucocoprinus*）

10. 孢子壁薄，不具芽孔；具固定的或活動的菌環……………………小傘屬（*Lepiota*）

8. 菌柄不易從菌蓋處分離；菌環存在或缺如；外菌幕若存在則在其外表面也不具小顆粒。

9. 內菌幕存在。

10. 內菌幕通常遺留下一個膜質的菌環。…
…………………蜜環蕈屬（*Armillaria*）

10. 內菌幕纖維狀，僅在菌柄上遺留下一纖維狀的帶………… 口蘑屬（*Tricholoma*）

9. 內菌幕缺如或退化；菌褶延生；孢子不呈澱粉樣………………………… 陡頭屬（*Clitocybe*）

6. 孢子印淡紅色至肉色……………………………
………………………淡紅色孢子族（Rhodosporae）

7. 菌托發育良好；菌環缺如………………………
……………………………苞脚菇屬（*Volvaria*）

7. 菌托及菌環俱缺如。

8. 菌褶離生；菌蓋與菌柄易於分離……………………………………………………………麗皮菇屬 (*Pluteus*)

8. 菌褶與菌柄相連；菌蓋與菌柄不易分離…………………………………………………條黑褶屬 (*Psathyrella*)

6. 孢子印黃色至銹褐色或土褐色………………………………………………………赭色孢子族 (Ochrosporae)

7. 內菌幕蛛絲狀；孢子通常具一輕微有皺紋至具小疣的外壁，永不呈截形；通常爲土生的…………………………………………絲膜屬 (*Cortinarius*)

7. 不如上述。

8. 菌蓋的角質層呈一粘表膜狀，或放射狀排列如交織着的絲狀菌絲，直徑一般爲 1.5—5 微米。

9. 菌柄通常肉質，直徑約 4—20 (近於 40) 毫米。

10. 通常爲土生的；菌環不呈膜質，但可能存在一纖維狀帶。

11. 菌蓋爲粘性的 ………………………………………白緣褶菇屬 (*Hebeloma*)

11. 菌蓋通常乾燥且呈纖維狀 ………………………………………毒杉蕈屬 (*Inocybe*)

10. 通常爲木上生的。

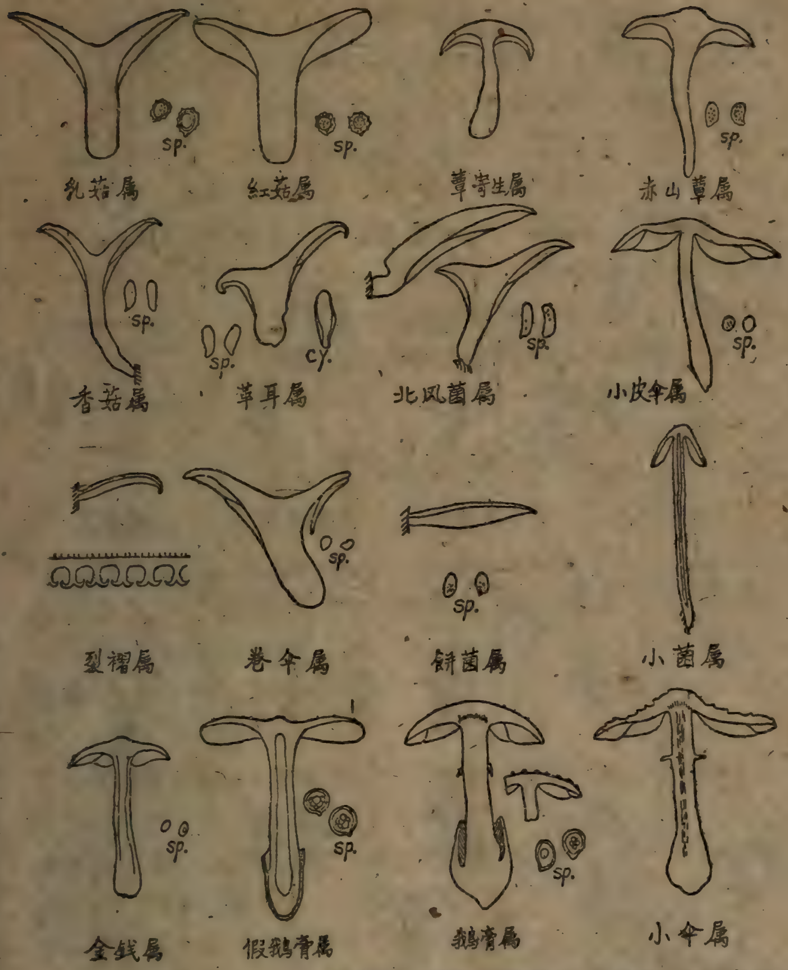
11. 菌環存在或菌柄具顯著的鱗片或二者俱具………………鱗耳屬 (*Pholiota*)

11. 菌環缺如；鱗片若存在於菌柄上，則也易於消失……火焰菌屬 (*Flammula*)

9. 菌柄通常軟骨質或纖維質而脆；孢子灰白、薄壁；菌褶通常近於延生至延生，顏色灰白至桂皮色………………假胄傘屬 (*Tubaria*)

8. 菌蓋的角質層由梨形細胞的柵欄所形成的，或

圖 版 I.



如果細胞排列得不整齊則爲囊狀且近於等直徑的（最好在幼小菌蓋中鑑定）；孢子通常呈截形；菌蓋具摺扇狀的條紋；隔絲爲鬼傘屬型的；或多或少爲潮解性的……………………………………假鬼傘屬 (*Bolbitius*)

圖 版 II.

6. 孢子印可可茶色、深褐色或微紫至黑色……………
……………………黑色孢子族（Melanosporae）

7. 菌褶在成熟時潮解；担子被寬廣的隔絲給隔開…

……………………………………鬼傘屬 (*Coprinus*)

7. 菌褶不潮解。

8. 菌蓋的角質層由梨形或囊狀的細胞排列成柵欄狀層所形成的，或成一或更多層細胞的緊密層所形成的；子實體通常易於破碎；菌褶被成熟的孢子染成斑點；孢子在濃硫酸內不迅速退色…………………班褶菌屬 (*Panaeolus*)

8. 菌蓋的角質層爲由纖細的絲狀菌絲所形成的(少數細胞爲囊狀的，但然後由破裂的鏈所形成的，且在菌蓋表面現出粉末狀)；菌環通常存在；菌褶離生；菌柄與菌蓋易於分離………………………………………蘑菇屬 (*Agaricus*)

三、食菌及毒菌舉例

(一)食菌

1. 松乳菇 [***Lactarius deliciosus*** **(L.) Fr. =** ***Agaricus deliciosus*** **L. (1753);** ***Lactarius deliciosus*** **Fr. (1838)**]

這種蘑菇多發生在夏中及秋末潮濕的各種針葉林內地上，是一種分佈非常廣泛的野生食菌。我國雲南、浙江、江蘇、四川及吉林等省都有出產。

菌體高 3—10 厘米。菌蓋直徑 5—12 厘米，起初凸出型，後中央部稍下凹，變成平展型，最後或多或少呈漏斗狀；通常或多或少呈橙色或雜以各種顏色，且具顏色較深的同心環帶。菌褶橙黃色且常飾以較暗的斑點，延生的。孢子印白色，顯微鏡下觀呈無色透明，圓形至橢圓形，壁表具小棘，8—10 微米。菌柄直徑 1—2 厘米；顏色與菌蓋相同，僅稍蒼白些，有時具較暗的斑

圖 44. 松乳菇

點。菌肉白色，周邊略染以橙色。老熟時的菌體色稍退且變成染以參差不齊的綠色，在碰破處變綠，所流出的乳汁呈赤褐色（圖 44）。

2. 美味北風菌[*Pleurotus cornucopiae* (Pers. ex Paul.) Gill. = *Dendrosarcos cornucopiae* Paul. (1793); *Agaricus cornucopiae* Pers. (1828); *Pleurotus cornucopioides* Gill. (1871); *Pleurotus sapidus* Kalchb. (1873); *Agaricus dimidiatus* Bull. (1790)]

這種蘑菇通常成大叢地生長在闊葉樹種的死木樁上或枯枝上，或生長在活樹的死亡部分。我國四川、江蘇、浙江、河北、山西、吉林及黑龍江等省都有分佈。

菌蓋直徑 5—12 厘米，凸出型，幼小時邊緣內卷，老熟時或多或少下凹；表面平滑，向邊緣處增厚且漸狹成一短菌柄；菌蓋常十分不整齊且邊緣呈波狀，以老熟時最爲明顯；十分堅固，但當用手拿時，邊緣甚易裂開，顏色變化很大，由白、微黃、灰以至淡褐色且染以紫色。菌褶白色，寬廣，毫不擁擠，延生。孢子印玫瑰紫色，顯微鏡下觀無色透明，長橢圓形，7－14 × 4－5 微米。菌柄有的甚短，有的較長，其基部常連在一起成爲有分枝的，但有時單個生長；中央生或更常爲偏心或側生的，彎曲，白色。菌肉白色（見圖 2）。

此種與蠔菌[*Pleurotus ostreatus* (Fr. ex Jacq.) Quél.]很難區別，僅是蠔菌的孢子印爲白色，這是唯一的區別（但在大羣集時仍呈現玫瑰紫色）。

3.紅鵝膏 [*Amanita caesarea* (Fr. ex Scop.) Quél. = *Agaricus caesareus* Scop. (1772); *Agaricus aurantius* Bull. (1782); *Amanita caesarea* Quél. (1872)]

這種蘑菇多生長在樹林中的地上，發生在夏季及早秋。多產於我國江蘇及西南各省，內蒙一帶林原地方也有出產。

由於菌體大型，菌蓋、菌褶、菌柄及菌環的顏色呈黃或橙黃色以及那顯著的白色菌托，所以甚易被人認出。

菌體通常高 12—20 厘米。菌蓋直徑 6—10 厘米，幼小時半球形至圓錐狀，後變爲凸出至平展型，中央稍具臍凸；潮濕時或多或少

粘滑，邊緣內卷且具條紋；顏色從橙黃、微紅至黃色，通常發育良好的較大型的標本具有較深的顏色，較小型的標本則顏色較淡；一般菌蓋中央部分的顏色較深。菌褶黃色，離生。孢子印白色，顯微鏡下觀呈無色透明，亞球形至卵形，壁表平滑，9—8.5 × 7—8.5 微米。菌柄通常長 11—17 厘米，直徑 7—15 毫米；甚至在幼小時就中空；在菌環以下的部分常具叢卷毛狀鱗片；圓筒狀，僅在下部稍膨大而具一大型的、肉質且頂裂的、白色菌托。菌環膜質、大型、懸掛在菌柄上端，相似一寬"領"(圖 45)。

圖 45. 紅鵝膏

4. 青頭菌 [*Russula virescens* (Schaeff.) Fr. = *Agaricus virescens* Schaeff. (1774); *Russula virescens* Fr. (1838)]

青頭菌生長在各種類型林內的地上，或生長在小樹林內多草的地方，多發生在秋季。我國江蘇、雲南、吉林及遼寧等省都有分佈。

菌體高 7—12 厘米。菌蓋直徑 5—12 厘米，初呈球圓形，後凸出且平展，老熟時中央稍下凹；質地非常堅固，乾燥；呈微綠色且在表面具有多數的、通常顏色較深綠的角形叢卷毛或小碎片，有時菌蓋染以黃色。菌褶白色，貼生，近於離生且擁擠。孢子印白色，

圖 46. 青頭菌

顯微鏡下觀呈無色透明，亞球形，壁表具小棘，7—9 微米。菌柄短，長 2—7 厘米，直徑 1—2 厘米，白色，堅固、中實(圖 46)。

5. 口蘑 [*Tricholoma gambosum* Fr. = *Tricholoma georgii* Quél.; *Agaricus gambosus* Fr.]

口蘑盛產在我國內蒙等地的牧場草地上，乃是由於大量畜糞在牧場上堆積的結果，而在五、六月間大量發生。

圖 47. 口蘑

菌蓋初呈半球形，然後張開，平展，邊緣稍內卷；乾燥後表面呈現顯著的腦迴紋狀；初白色，後變成赭石黃色或淡黃色；革質，表面易於破裂；直徑 6—12 厘米。菌褶延生，有時具鋸齒，白而略帶黃色。孢子印白色，顯微鏡下觀呈無色透明，橢圓形，5—7 × 3—4 微米。菌柄長 5—10 厘米，直徑 1—3 厘米，球杆狀；赭石黃色或微白色，中實，表面具條紋。菌肉白色，肉質而柔軟，甚易破裂(圖 47)。

圖 48. 雞㙡

6. 雞㙡 [*Collybia albuminosa* (Berk.) Petch = *Lepiota albuminosa* Berk. (1847); *Collybia albuminosa* Petch (1913)]

雞㙡盛產在我國西南各省及台灣，雨季中發生在田野中的白蟻窩上。

菌體地上部分高約在 20 厘米以上。菌蓋在剛出土時呈圓錐狀，後展開呈凸出型；表面黑色、黑褐色或微黃色，或呈花皮狀；直徑 3—20 厘米以上，易於破裂。菌褶白色，老熟時微黃色，褶幅(寬度) 5—15 毫米。

孢子印微黃褐色，個別孢子在顯微鏡下呈無色透明；略呈偏斜的長圓形，7—10.5 × 4.5—5.5 微米。菌柄可分爲地上及地下兩部分，地上部呈白色至灰白色，表面平滑，肉質，易於開裂，長約 3—20 厘米，直徑通常 10—25 毫米，個別的可達 30 毫米，其基部膨大處可達 35 毫米；地下部很細而長，通常在 33 厘米以上，直徑 5—8 毫米，表面呈褐色。菌肉白色(圖 48)。

7. 大紅菇 [***Russula rubra*** **(Krombh.) Bres. =** ***Agaricus rosaceus*** **P.;** ***Russula rosacea*** **(P.) Fr.;** ***Agaricus ruber*** **Fr.]**

大紅菇是我國福建北部盛產的一種著名食菌，吉林及黑龍江也有分佈，多發生在秋季各種類型林內地上。肉眼很不容易與毒紅菇區別開，僅有一點可以鑒別的就是後者的菌肉在沒有被煮熟前是很辣的，而前者雖有時也帶些辣味但很溫和。

菌蓋凸出型，後變成平展型且最後成爲寬廣的漏斗形或盤狀，具波狀邊緣，直徑 4—10 厘米；暗土褐色，邊緣色較淺；表面乾燥，有時具粉質物。菌褶隔生，白色，後變微黃、淡黃赭色，邊緣有時呈淡紅色；長度爲不等型的，有時具分叉、脈絡狀的部分。孢子亞球形，赭石色，8—9 × 7—8 微米，壁表佈以小疣或小棘、刺毛。隔胞球杆狀，60—70 × 10 微米。菌柄白色，且染以淡紅色，老熟時變成灰色；表面平滑，有時基部加粗或向上漸狹，長 4—7 厘米，直徑 1—3 厘米。菌肉白色，在角質層下面處呈玫瑰色。

8. 孟陽氏鵝膏(草雞㙡) [***Amanita manginiana*** **Pat. et Hario.]**

孟陽氏鵝膏是我國西南各省在夏秋兩季盛產的一種著名食菌，產量尤以昆明爲最多。

菌蓋直徑 3.5—13 厘米，幼小時半球形，後變爲凸出型的，最後成爲平展凸出型的；桂皮褐色至紅褐色；表面光滑且發閃光，有時被大而不規則的白色外菌幕所形成的小碎片覆蓋着；邊緣平滑，永不具條紋，通常具附屬物。菌褶白色，末端略臌，褶幅近於 12 毫米；緊密，通常具分叉、不等型，離生；邊緣具小鋸齒。孢子印白色，

顯微鏡下觀呈無色透明，卵圓形，6—8 × 4.5—6.5 微米。 菌柄長5—10 厘米，直徑 1—4 厘米；等圓筒狀或向上略漸狹，基部呈鱗莖狀；白色，表面被以叢卷毛；初中實，後變爲中空。 菌環大型，白色，膜質。 菌托 2—4.5 × 2—5 厘米，杯狀，白色；邊緣通常呈撕裂狀。

9. **雞油菌（杏菌）** [***Cantharellus cibarius*** **Fr. =** ***Agaricus cantharellus*** **L. (1753);** ***Cantharellus edulis*** **Pers. (1797);** ***Cantharellus cibarius*** **Fr. (1821)**]

雞油菌是我國江蘇、浙江、福建、雲南、吉林及黑龍江等省的著名食菌。多於秋季發生在混交林內地上。

整個菌體呈一致的鉻黃色，有時形狀對稱，但通常或多或少呈不規則且不對稱的形狀，高 5—10 厘米。菌蓋肉質，頗厚，邊緣厚而鈍且初時內卷；凸出型，後變爲平展型，或有時由於邊緣的高舉而中央下凹；直徑3—10 厘米，邊緣時常呈波狀或淺波狀，在不規則的個體中僅一邊產生，或一邊較他邊稍多，或菌蓋呈不規則分葉狀的。 菌褶甚狹窄，强韌，彼此有距離，或多或少呈彎曲的，分叉或不規則網結狀，延生。 孢子印白色，顯微鏡下觀呈無色透明至微黃色；卵圓或橢圓形，基部具一尖，6—8 × 4—5 微米。 菌柄短而頗粗，肉質，中實，具纖維的，黃色。菌肉堅固，纖維質，黃色（圖 49）。

圖 49. 雞油菌

10. **毛頭鬼傘** [***Coprinus comatus*** **Fr. ex Müll. =** ***Agaricus porcellanus*** **Schaeff. (1774);** ***Agaricus comatus*** **Müll. (1780), Fr. (1821);** ***Agaricus typhoides*** **Bull. (1792—1793);** ***Coprinus comatus*** **Fr. (1838);** ***Coprinus porcellanus*** **Schröt. (1889)**]

毛頭鬼傘多產生在河北、山西各地的草地上、尤其產生在肥料豐富的田地上。

菌體通常高15—10厘米。菌蓋長圓筒狀或桶狀，老熟時開展成傘狀，一般長約10厘米；表面佈以顯著的反卷毛；肉質，白色，頂端微黃色，後在邊緣處變成淡玫瑰色。菌褶與菌柄呈離生；寬約1—1.3厘米；薄而白色，老熟時變爲黑色且潮解成墨汁滴下。孢子印黑色，顯微鏡下觀呈暗褐色至黑色；卵圓或橢圓形，基部具一尖突，具一個清楚的芽孔，11—15 × 6—8.5微米。菌柄通常長15—19厘米，直徑1—1.3厘米；長圓筒狀，地下部分稍彎曲且略膨大；白色，老熟時略呈褐色；中空，表面平滑或略具縱行條紋。菌環白色，發育貧弱，活動的。菌肉厚而呈白色，後變成玫瑰色（圖50）。

圖50. 毛頭鬼傘

11. 蜜環蕈 [*Armillariella mellea* (Fr. ex Vahl.) Karst. = *Agaricus melleus* Vahl.; *Armillaria mellea* Quél. (1872); *Armillariella mellea* Karst. (1889); *Agaricus annularius* Bull. (1787); *Agaricus obscurus* Schaeff.; *Agaricus mutabilis* Fr.]

蜜環蕈是一種能發光的食菌，它的發光部位爲菌絲體。通常多產生在晚夏及秋季，生長在老樹樁或死樹的基部，或生長在火燒過的樹根上，也時常寄生在活樹木上。我國吉林及黑龍江發生甚多。這種食菌數枚至多數成叢地生長在一起，菌柄基部與黑色

的根狀菌索相連，子實體就產生在根狀菌索上。

菌體高 10—15 厘米；全體或多或少呈蜂蜜黃色。菌蓋卵圓至凸出且平展型，有時略具一臍突或中央部稍隆起，直徑 5—10 厘米；顏色變化很大，從蜂蜜黃色至近於白色，或微黃褐至淡紅褐色，中央部通常色稍暗；在標準的個體中，菌蓋表面飾以尖而暗褐或微黑色的直立鱗片，尤以中央部豐多，邊緣處常無鱗片，但可能具較爲疏鬆的叢卷毛、微褐或微黃色的鱗片；有時在菌蓋的任何地方也不具微黑色的尖形鱗片，僅被以鬆散的叢卷毛狀的鱗片，或在某些個體中的菌蓋完全平滑；老熟時邊緣時常具條紋；通常乾燥。菌褶貼生或延生，白色或微白色，老熟時變成或多或少汚穢的或具斑點的。孢子印白色，顯微鏡下觀無色透明；圓形或橢圓形，8—10 × 5—6.5 微米。菌柄直徑 4—10 毫米，有彈性，內部海綿質且有時中空；表面平滑或時常在菌環以下具叢卷毛狀的鱗片，有時具顯著的毛髮狀物質的橫亙索帶；通常在近上端處呈微白色，菌環以下呈淡褐或微紅褐色，有時微黃色。內菌幕的變化也很大，可能呈膜質而薄或甚厚，或在另外個體中却全部缺如。菌環與內菌幕相應地發生一定地變化，甚厚，在邊緣可能現出雙環，固定不動，但若甚薄且脆時，則易於消失（圖 51）。

圖 51. 蜜環蕈

12. 洋蘑菇 [*Agaricus campester* (L.) Fr. = *Psalliota campestris* Quél. (1872); *Pratella campestris* Gill. (1874)]

洋蘑菇通常可生長在草地、牧場、路旁、花園、農田以及有機肥料堆積的場所。在我國各地都可發現野生種，華北在春夏之交至秋末均可發生；在四川、雲南春夏之交的雨後可大量發生。

菌體高 8—15 厘米。菌蓋直徑 5—12 厘米，起初爲圓形，然後變爲凸出且或多或少成平展型；表面起初近於平滑，呈現出一種柔軟的、絲狀的外觀，有時或多或少破裂成三角形的鱗片，尤其當菌體老熟時；顏色通常呈白色，但有時隨後或多或少變成淡褐色，尤其在有鱗片的個體上，鱗片可能十分顯著且呈暗褐色，有時在鱗片出現以前顏色微褐。菌肉白色。菌褶在幼菌蕾時期呈白色，但隨即變爲淡紅色，且在菌蓋平展以後它們就很快地變成紫褐、暗褐、並且由於在它們的表面存在着大量的孢子而近於黑色；菌褶與菌柄離生且後端呈圓形。孢子在顯微鏡下呈微褐色，略呈瓜子形，4—5 × 6—8 微米。菌柄直徑 8—15 毫米或更大，近於圓筒狀，或向基部漸狹，中實。菌幕薄，白色，絲狀且甚脆弱，當菌蓋平展生長時，它被拉緊且最後被撕破遺留在菌柄上，成爲菌環，或成爲碎片掛在菌蓋的邊緣。因爲菌環非常脆弱，所以當菌體老熟時它變得十分不明顯或完全消失(圖 52)。

圖 52. 洋蘑菇

13. 草菇[1] [*Volvaria volvacea* (Bull.) Fr. = *Volvaria taylori* Berk.; *Agaricus taylori* Berk.]

草菇爲著名的人工栽培的食菌，在廣東及廣西野生的也很不少。

草菇一般生長在腐爛的稻草或其他腐敗的草稈上，它在生長發育過程比較喜歡高溫。在生長發育的早期，它從基物裏面生出一個被外菌幕包被着的蛋形物，高約 2—4 厘米，直徑 2—2.5 厘米。這個蛋形菌體頂端顏色很深，略帶黑褐色，向下的顏色較淡而至白色。最後，外菌幕頂裂開而展出菌傘，結果遺留在菌柄的基部成一個菌托。菌蓋呈半球形的卵圓形、鐘形，然後變爲凸出型；肉質，柔軟，表面具黑褐色放射的絲狀條紋；表面呈鼠灰色；直徑 5—8 厘米。菌褶起初呈白色，後變成肉紅色，與菌柄離生。孢子印淡紅色，孢子在顯微鏡下觀呈紅褐色；橢圓形，表面平滑，4.3—7.5 × 6.4—11.6 微米。菌柄通常高 5—10 厘米，直徑 0.5—1.5 厘米，强健，表面平滑。菌托大而呈白色，邊緣略帶黑褐色。菌肉白色，細嫩(圖 53)。

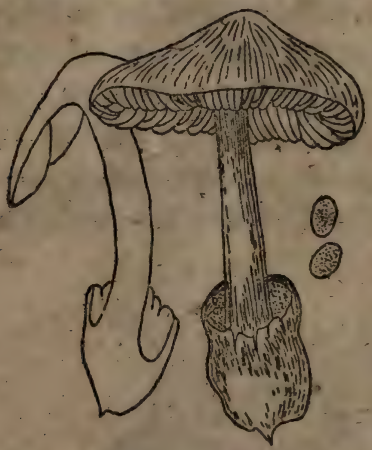


圖 53. 草菇

14. 香菇 [*Lentinus shiitake* (P. Henn.) Sing. = *Cortinellus shiitake* P. Henn.; *Cortinellus Berkeleyana*].

香菇也是一種極爲著名的食菌，通常爲栽培種，但也可以野生。

香菇是木生的種類，栽培時所用的樹種爲楓香 [*Liquidambar formosana*]、栲 [*Castanopsis caudata*]、枹 [*Quercus serrata*]、櫧[*Quercus glauca*]、槲櫟[*Quercus aliena*]、野漆

1) 美味苞脚菇[*Volvaria esculenta*]也是一種普遍栽培於廣東、廣西的蘑菇，上海也有栽培。也可以野生。

樹 [*Rhus sylvestris*]、栗 [*Castanea bungeana*] 及山毛櫸 [*Fagus longipetiolata*]等。

菌體高通常 5 厘米左右，有的可達 12 厘米。菌蓋直徑通常 4—5 厘米，大的可達 10 厘米；起初呈凸出型，後開展成平展型；初呈淡褐色，後變爲紫褐色，表面覆以褐色的小鱗片，有時這種鱗片長得很大，呈放射狀地排列着。菌褶白色，寬約 4 毫米。孢子印白色，顯微鏡下觀呈透明無色；橢圓形，有時一端稍尖而呈卵形，3—4 × 6—8 微米。菌柄呈圓筒狀或稍扁，直徑 0.5—1 厘米左右，長 3—10 厘米(見圖 4)。

(二)毒菌

1. 鬼筆鵝膏 [*Amanita phalloides* (Fr.) Quél. = *Agaricus bulbosus* Bull. (1780); *Agaricus phalloides* Fr. (1821); *Amanita phalloides* Quél. (1872)]

鬼筆鵝膏是一種有劇毒的毒菌，通常發生在樹林內或沿着樹林的邊緣，然而也有時發生在草地上。

菌體在顏色上變化很大，可能呈純白色，或微黃色，綠色或橄欖色至赭土色；菌體高度的變化也很大，可在 6—20 厘米之間。菌蓋肉質，潮濕時粘滑，表面具放射狀條紋，直徑 3—12 厘米；球形至鐘狀，凸出且最後呈平展型，老熟時或多或少由於邊緣的高起而中央凹下；表面不具任何外菌幕的殘餘或小破片。菌褶白色，離生或僅以狹綫相連。孢子印白色，顯微鏡下觀呈無色透明；亞球形或卵圓形，基部具一尖突，澱粉樣的，8—10 × 7—9 微米。菌柄幼小時中實，老熟時近於中空或

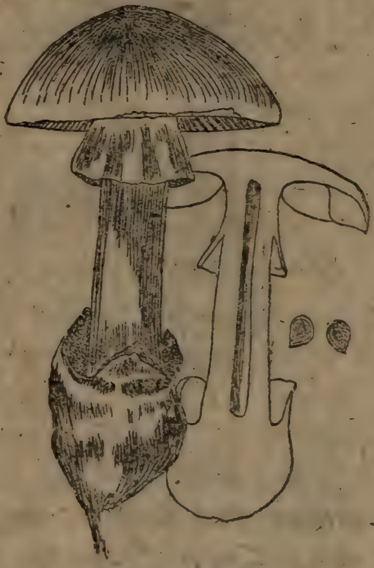


圖 54. 鬼筆鵝膏

完全中空；圓筒狀，長 6—20 厘米，直徑 6—12 毫米，基部鱗莖狀；表面平滑，白色，有的個體顏色或多或少與菌蓋的相似而較淡。菌環膜質，倒掛在菌柄上端，白色。外菌幕在變化上比其他部分為大，可能十分厚且堅硬，通常頂裂的結果在菌柄基部遺留下一個不整齊邊緣的杯狀菌托；如果外菌幕較薄時，則其上半部破碎成小片，遺留在菌蓋上，這樣就形成周裂的菌托(圖 54)。

2.春生鵝膏 [*Amanita verna* (Fr. ex Bull.) Gill. = *Agaricus bulbosus vernus* Bull. (1782); *Amanita bulbosa* var. *alba* Pers. (1801); *Amanita verna* Gill. (1878); *Amanita virosa* Secret. (1833)]

春生鵝膏有劇毒，多生在樹林中的草地上。

整個菌體呈純白色。菌蓋初呈卵圓形，後變為凸出至平展型，直徑 5—10 厘米；表面平滑，潮濕時粘滑；白色，或在中央部分略帶黃褐色。菌褶離生，白色。孢子印白色，顯微鏡下觀呈無色透明；球形至卵圓形，澱粉樣的，8—10 × 7—9 微米。菌柄中實，或老熟時中空，長而細，白色，基部鱗莖狀。菌環形成一個薄而垂的"領"，膜質，白色。菌托白色，膜質，頂裂，十分堅韌；游離的肢狀邊緣顯著，擁抱在菌柄的基部(圖 55)。菌肉白色，柔軟。

圖 55. 春生鵝膏

3.毒鵝膏 [*Amanita virosa* (Fr.) Quél. = *Agaricus vernus* Fr. (1821); *Agaricus virosus* Fr. (1838); *Amanita virosa* Quél. (1872)]

毒鵝膏是一種有劇毒的蘑菇，產生在樹林中的腐殖土上，尤其

是砂質土壤上。從春季至秋季都能發生。

整個菌體呈白色,高可達 18 厘米。菌蓋白色,或中央部分略帶黃褐色,潮濕時表面粘滑;初呈圓錐狀或鐘狀,後變為凸出型,直徑 4—7 厘米。內菌幕由於甚脆,故當菌蓋開展時,菌幕的一部分掛在它的邊緣;部分遺留在菌柄上端成為下垂的菌環。菌褶白色,離生,狹窄。孢子印白色,孢子在顯微鏡下觀呈無色透明;球狀,澱粉樣的,8—10 微米。菌柄細弱,中空,白色;表面具叢卷毛狀的鱗片,基部呈鱗狀。菌托膜質,白色,在菌柄基部呈鞘狀(圖 56)。

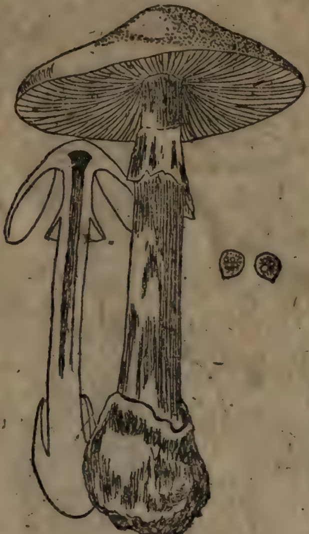


圖 56. 毒鵝膏

4. 蛤蟆菌 [*Amanita muscaria* (Fr. ex L.) Quél. = *Agaricus muscarius* L. (1753), Fr. 1821); *Amanita muscaria* Pers. (1797), Quél. (1872); *Agaricus pseudoaurantiacus* Bull. (1781)]

蛤蟆菌是產生在夏季及早秋的一種毒菌,多生長在近樹林的路旁、小樹林中或森林內。我國吉林及黑龍江等省都有分佈。

菌體高 10—15 厘米。菌蓋顏色十分燦爛,表面通常具白色鱗片;直徑 8—12 厘米,凸出型至平展型,老熟時近於扁平,邊緣具平行,而下凹的條紋;表面上的鱗片易於脫落,因此,老熟時菌蓋上的鱗片幾乎全部消失,鱗片有時呈微黃色;菌蓋顏色變化很大,從黃色至橙色,或甚至呈紅色,以黃色的較為普遍,季節較晚的時候,則顏色灰白些且老熟時的顏色也漸退,因此,也時常發現有白色的個體。菌褶白色,在有的個體中呈微黃色,離生。孢子印白色,顯微鏡下觀呈無色透明;表面平滑,基部具一尖突,橢圓或瓜子形,9—11 × 6—8 微米。菌柄直徑 1—1.5 厘米,圓筒狀,中空,或在幼小時中

實，基部鱗莖狀；白色，表面覆以疏鬆的叢卷毛狀鱗片，或多或少有扯破痕跡。菌肉白色，有時在角皮下呈微黃色。菌環白色，或邊緣處呈微黃色，膜質，形成一下垂的寬"領"。菌托僅在菌柄基部遺留一些殘餘，形成同心的鱗片狀的中斷的環（圖57）。

圖 57. 蛤蟆菌

5. 假芝蔴菌 [***Amanita pantherina*** **(Fr. ex DC.) Quél. =** ***Agaricus pantherina*** **DC. (1815), Fr. (1821);** ***Amanita pantherina*** **Quél. (1872);** ***Agaricus maculatus*** **Schaeff. (1762)**]

假芝蔴菌產生在夏秋兩季的混交林內地上。我國吉林有分佈。雖然不及前幾種那樣大的劇毒可以致人死亡，但也十分危險。

菌蓋直徑 5—9.5 厘米，凸出型然後變爲平展型，肉質而脆；灰褐色，褐黃色或紅褐色，向邊緣處色漸淺；表面飾以角錐狀的小疣，邊緣或多或少具條紋。菌褶白色，離生；褶幅寬約 8 毫米，緊密，不等型。孢子印白色，顯微鏡下觀呈無色透明；亞球形至卵圓形，基部具一尖突，6.5—8 × 5.5—7 微米。菌柄長 8.5—11 厘米，直徑 5—10 毫米，向上漸細，基部呈鱗莖狀；白色，中空。菌肉白色。菌環白色，膜質，下垂成一寬"領"。菌托周裂，永存性的，在鱗莖狀菌柄基部以上形成一或二個環（圖 58）。

假芝蔴菌在外形上，極易與紅鵝膏及芝蔴菌 *Amanita fritillaria* Berk. 相混，但芝蔴菌的菌蓋上的殘片是灰黑色的。

6. 褐鱗小傘菌 [*Lepiota helveola* Bres.]

菌蓋初呈半球形，後變爲凸出型，或有時呈平展型，直徑 2—6 厘米；表面乾燥，褐色或玫瑰色；起初一致平滑，後破裂成小鱗片或叢卷毛。菌褶甚緊密，離生；輪廓略呈三角形，白色至微紅色或奶油色。孢子印白色，顯微鏡下觀呈無色透明；橢圓形，6—8 × 3.5—4.5 微米。菌柄呈圓筒狀，初中實後變爲中空；灰白色，後變成玫瑰色，具有褐色小鱗片。菌肉白色，或略呈玫瑰色。菌環通常發育貧弱且易於

圖 58. 假芝蔴菌

圖 59. 褐鱗小傘菌

消失，略帶褐色（圖 59）。

這種毒菌在外形上與洋蘑菇極爲相似。

7. 牛屎菇 [*Stropharia coronilla* (Fr. ex Bull.) Quél. = *Agaricus coronilla* Bull. (1793), Fr. (1821); *Stropharia coronilla* Quél. (1872)]

菌蓋肉質，堅固，初呈半球形，然後開展至凸出型，直徑 2—5 厘米；表面平滑，潮濕時粘滑；淡赭褐色，邊緣處較爲蒼白。菌褶彎隔生，初白色後變爲青紫色。孢子在顯微鏡下呈暗褐紫色，卵圓至橢圓形，表面平滑，8—10 × 6—8 微米。菌柄短，中實，白色。菌肉白色。菌

圖 60. 牛屎菌

環狹窄，發育貧弱，下垂，飾以彼此呈平行的紫色或玫瑰色的小條紋(圖 60)。

這種毒菌在外形上同樣也與洋蘑菇極爲相似。

8. **黃色草菇**[*Agaricus xanthodermus* Gen. = *Agaricus xanthodermus* Gen. (1876); *Psalliota xanthoderma* Rich. et Roze (1886); *Pratella cretacea* Quél. (1886)]

菌蓋起初呈鐘狀，頂端截形且時常在邊緣處銳利，後變爲凸出型，直徑 8—12 厘米；白色，或頂端染以淡褐色，隨即變爲鮮黃色。

圖 61. 黃色草菇

菌褶離生，寬廣，後端膨的；很長時期保持白色，然後變爲鮮玫瑰色，後端變爲暗褐紫色。孢子在顯微鏡下觀呈褐紫色，表面平滑，橢圓形，5—8×3.5—5 微米。菌柄圓筒狀，基部略呈鱗莖狀；中實而具塡塞物，後變爲中空；白色，絲光狀，後染以黃色。菌肉白色，在菌柄下端、菌柄及菌蓋的角皮下面隨即變爲鮮黃色。菌環大型，白色，膜質，下垂(圖 61)。

這種毒菌雖有毒，但不大，而且有人認爲它也可以被人食用，僅是不能被人所消化。它在外形上不易與洋蘑菇區別開。

9. **毒紅菇**[*Russula emetica* (Schaeff.) Fr. = *Agaricus emeticus* Schaeff. (1774); *Agaricus cyanoxanthus* Schaeff.; *Russula emetica* Fr. (1838)]

毒紅菇在夏秋二季多產生在樹林內或曠野。

菌體顏色美麗且甚脆，高 5—10 厘米。菌蓋在幼小時呈卵圓形至鐘形，後變爲平展型，老熟時中央部分下凹；表面平滑，發閃光，邊緣具小溝；顏色由淡紅或玫瑰色(幼小時)至暗紅色(較爲成熟時)，後退色至黃褐或有時微黃色(老熟時)；直徑 5—10 厘米；角

皮層易於與菌肉分離。菌褶近於離生，寬廣，不擁擠；白色。孢子印白色，顯微鏡下觀呈無色透明；球圓至卵圓形，表面具網狀紋，8—10 × 7—9 微米。菌柄直徑約 1 厘米，中實，堅固，內部呈海綿質；白色或微紅色，老熟時變脆。菌肉白色，但近角皮層下面的菌肉爲淡紅色（圖 62）。

圖 62. 毒紅菇

10. 土生紅褶菇 [***Entoloma lividum*** **(Fr. ex Bull.) Quél. =** ***Agaricus lividus*** **Bull. (1787);** ***Agaricus sinuatus*** **Fr. (1821);** ***Entoloma lividum*** **Quél. (1872);** ***Agaricus fertilis*** **Berk. (1860);** ***Entoloma sinuatum*** **Quél. (1873);** ***Entoloma fertile*** **Gill. (1874)**]

土生紅褶菇在夏秋間產生在樹林中的土地上，尤其是鈣質粘土及矽質粘土上。

菌體時常 2 或 3 枚連生在一起。菌蓋肉質，凸出型，後變爲平展型，直徑 8—20 厘米；呈毀形的波狀邊緣，中央部分常具一廣闊的乳頭，厚而堅固；表面乾燥，不爲吸濕性的；起初時常具小叢卷毛，後變爲平滑但不光亮，具纖細的、固有的纖維狀紋，邊緣內卷；灰褐色，淡褐塵埃色，或灰羚羊毛色，具白粉的。菌褶頗爲擁擠，略帶缺口，離生，寬廣；初呈黃色，後變爲土褐色，時常在邊緣處染以黃色。孢子印呈不潔的玫瑰色，顯微鏡下觀呈玫瑰色；球圓形，近於六角形，9—11 × 8—9 微米。菌柄强健，粗壯，中實，後變爲海綿質的填塞

圖 63. 土生紅褶菇

物；圓筒狀，或基部略呈鱗莖狀，表面具條紋，向上具白粉的，白而略帶黃色。菌肉白色，柔軟(圖 63)。

這種毒菌在外形上與草菇 [*Volvaria volvacea* (Bull.) Fr.] 極爲相似，僅是在菌柄的基部缺少一個菌托。

11. 毛頭乳菇[*Lactarius torminosus* (Schaeff.) Fr. = *Agaricus torminosus* Schaeff. (1762), Fr. (1821); *Lactarius torminosus* Fr. (1838)]

毛頭乳菇多在夏秋二季發生在樹林中的地上。

菌體高 5—10 厘米。菌蓋呈凸出型，中央部下凹，幼小時邊緣內卷得十分顯著；直徑 5—12 厘米；在邊緣處生有豐多的毛茸，好象形成一明顯的、遮在菌褶上面的"內菌幕"；菌蓋上表面平滑，或有時或多或少具與邊緣相似的絨毛覆蓋着；赭色與淡紅色混在一起的顏色，有時具同心的、顏色較暗的環帶。菌褶延生，擁擠，狹窄；微白色且具染以微黃肉色。孢子印白色，顯微鏡下觀呈無色透明；球形或卵圓形，表面佈以小棘，7—9 × 6—8 微米。菌柄直徑 1—2 厘米，圓筒狀，表面平滑；初中實，後變爲中空；顏色微白，或染以少量的玫瑰色。菌肉乳白色。菌體被碰破處所流出的乳汁呈白色，不變色，味辣(圖 64)。

圖 64. 毛頭乳菇

這種毒菌在外形上與松乳菇極爲相似，不同點僅是毛頭乳菇的乳汁呈白色，而松乳菇的乳汁是赤褐色的。

12. 山葵菌 [*Panus stipticus* Fr. = *Lentinus stipticus* (Bull.) Schroet.]

山葵菌的子實體及菌絲均能發光，是一種比較小型的毒菌，可以全年地生長在木頭上。

菌蓋呈腎臟形或半圓形；淡黃褐色，後退成淡黃色；直徑 2—4 厘米，表面佈以細柔毛或具細鱗片；纖維質，略彎曲，邊緣薄。菌褶的顏色與菌蓋一致或呈赭石色，後變爲褐色；時常狹窄。孢子在顯微鏡下呈無色透明；橢圓形，4—5 × 2—3 微米。隔胞球杆狀，或披針狀，40—70 × 7—8 微米。菌柄側生，長 0.5—2 厘米，直徑 0.2 厘米；革質；淡黃色或與菌蓋顏色一致，表面如被塵的，後變爲平滑的(圖 65)。

圖 65. 山葵菌

這種毒菌的氣味甚不悅人，味酸。

13. 橄欖陡頭菌[*Clitocybe olearia*(Fr. ex DC.) R. Mair. = *Agaricus olearius* DC. (1815); Fr. (1821); *Polymyces phosphoreus* Batt. (1755); *Pleurotus olearius* Gill. (1874); *Clitocybe olearia* R. Mair. (1915)]

橄欖陡頭菌是一種菌褶能發光的毒菌，通常產生在橄欖樹及橡樹的基部。

菌體簇生在一起。菌蓋邊緣薄，肉質；平展型，後變爲中央部分下凹而成漏斗型，直徑 8—12 厘米；表面乾燥，具絲緞光澤，具固有的小纖維狀的細條紋；顏色從橙褐至橙黃；邊緣內卷，表面平滑。菌褶擁擠，形狀彎曲，延生，狹窄；呈美麗的金黃色或橙色。孢子印白色微黃，顯微鏡下觀呈無色透明；卵圓至球圓形，表面平滑，5—7 × 5—6 微米。菌柄中實，堅韌，基部漸狹窄；中央生或爲偏心的；顏色與菌蓋的相同。菌肉堅韌，黃色，菌柄內的菌肉顏色較菌蓋內的爲深(圖 66)。

圖 66. 橄欖陡頭菌

氣味強烈，稍悅人，味甜。

14. 星孢毒杉菌[*Inocybe asterospora* Quél. = *Agaricus rimosus* Fr. et Auct.; *Inocybe asterospora* Quél. (1879)]

星孢毒杉菌是一種很普通的、生長在樹林中潮濕土地上的毒菌,多發生在夏秋間。

菌蓋略呈肉質,圓錐形,後變爲凸出型且在中央部分具一乳突;直徑 3—7 厘米;表面褐色,具由中央向邊緣放射狀的纖維狀條紋。菌褶全緣,末端臘的,寬廣;初白色,後變爲桂皮褐色至黃色稍淡。孢子印褐色,顯微鏡下觀呈赭石色;呈星芒狀亞球形,具粗糙的、圓錐狀的突起,10—13 × 8—10 微米。隔胞無色透明,紡綞狀腹臌的,頂尖具冠狀突棘數枚,40—70 × 17—22 微米。菌柄中實,堅韌,圓筒狀;白色,後變爲淡褐色;基部呈一小鱗莖狀。菌肉白色(圖 67)。

圖 67. 星孢毒杉菌

這種毒菌在外形上相似晶粒鬼傘[*Coprinus micaceus* (Bull.) Fr.]的未成熟時期,僅在老熟後有所不同:前者菌蓋不具雲母顆狀閃光,老熟時菌褶不潮解成墨汁滴下且無菌環,氣味腥臭。

第四章　蘑菇的生理及生物學特性

一、蘑菇體主要化學成分

蘑菇與其他任何植物體一樣，所構成的物質大部分是水，但孢子、根狀菌索及菌核等耐久器官則含水量極少。如將蘑菇體加以燃燒，則有機物成爲氣體飛散，所剩下的灰分(礦物質)就是無機物。

(一)無機成分

1. 水　水的含量在不同蘑菇體內的變化也是很大的，如鬼傘屬 (*Coprinus*) 及蘑菇屬 (*Agaricus*) 中的種類通常含水分約爲90%；但在裂褶屬 (*Schizophyllum*) 中的各種內却含水分較少。然而水分的含量實際上即使是在同一種內也不是絕對的，因爲在不同季節及不同場所上生長出來的蘑菇，其體內的含水量的變化也是很大的，而且與空氣中的和土壤中的濕度、子實體的年齡以及個體發育的速度等都有很大的關係。

2. 灰分　一般新鮮蘑菇子實體內約含灰分 0.43—2%，若以乾重量來說一般也不超過 4—10%，但在榆北風菌 [*Pleurotus ulmarius* (Bull.) Fr.] 中爲 12.6%，在梅色蘑菇 [*Clitopilus prunulus* (Fr. ex Scop.) Quél.] 中爲 15%。

關於灰分的成分通常以鉀的含量爲最豐富，鉀的氧化物平均約爲灰分總量的 50%。磷酸的含量通常僅次於鉀，其平均約爲灰分總量的 1/3，以洋蘑菇[*Agaricus campester* (L.) Fr.]爲例，氧化鉀的含量爲灰分總量的 50.71%，磷酸則爲 15.43%。錳及鐵的氧化物也永久存在，前者的平均量約爲灰分總量的 3%，後者約爲 2—5%。鈉、鈣及氯通常的含量極少，而所佔的百分數也因種類的不同而變化很大。此外硫酸也被發現在一般子實體的灰分中，但因種類的不同變化也很大。

文特（Went）認爲生長在竹稈及甘蔗上的分葉裂褶菌［*Schizophyllum lobatum*］可以形成二硫化碳。

（二）有機成分

1. 碳水化合物 子實體乾物質大部分是由各種碳水化合物所組成的，這些碳水化合物通常包括纖維素（Cellulose）、半纖維素（hemicellulose）、肝糖（glycogen）、蕈糖（trehalose）、甘露糖（mannite）及葡萄糖（glucose）等。蘑菇子實體內永不形成澱粉。

（1）**纖維素** 纖維素在菌柄中的含量較菌蓋中的爲大，而在菌蓋上部的含量又較在子實層表面的爲大，這無疑的是與菌柄的支持功能及菌蓋上部的保護功能有關。

（2）**半纖維素** 各種半纖維素也存在於各種蘑菇的菌蓋中；例如失水木糖（xylosane）存在於蘑菇屬及雞油屬（*Cantharellus*）中各種的子實體內；失水葡萄糖（glucosane）及葡萄糖肸（mannosane）存在於辣味乳菇［*Lactarius piperatus* (Scop.) Fr.］的子實體內（Bourquelot, 1894）。

（3）**肝糖** 子實體貯藏的營養物質主要是肝糖，這種碳水化合物就其化學成分來說，是非常接近於澱粉的。當遇到碘溶液的時候，呈現黃褐色。

（4）**蕈糖** 蕈糖多存在於絲膜屬（*Cortinarius*）鬼傘屬，無環菇屬（*Hypholoma*）、白緣褶菇屬（*Hebeloma*）及鱗耳屬（*Pholiota*）等的各種的子實體內。

（5）**甘露糖** 甘露糖在子實體內存在得非常普遍，如紅菇屬（*Russula*）、乳菇屬（*Lactarius*）、蘑菇屬及小傘屬（*Lepiota*）等的各種的子實體內。

（6）**葡萄糖** 葡萄糖常常呈現在幼小的子實體內，當子實體成熟時，部分葡萄糖轉化爲甘露糖。

2. 幾丁質（chitin） 子實體菌絲的細胞壁較少有纖維素，而是由其他醣類如果膠（pectin）一類的物質所組成的，其中大半混以幾丁質。由於有這種幾丁質的存在，因此許多物質不能透過菌絲細胞壁。

3. 有機酸類

(1) 蘋果酸 (malic acid) 蘋果酸多存在於洋蘑菇及其他種類的子實體中。

(2) 鞣酸(tanin) 根據諾曼(Naumann, 1895)的報告，存在於子實體中的鞣酸是很有限的。通常存在於寄生種類中的比存在於腐生種類中的豐多。

4. 脂肪類(fats) 蘑菇子實體中的脂肪類常以貯藏物質存在着，其中尤以含液脂(olein)較多，這種液脂在普通溫度下爲液體狀態，其含量依蘑菇的種類而不同。通常以微粒狀態存在於細胞的原生質內，尤以蘑菇的孢子以及地下部分的休眠菌絲體、菌根、根狀菌索、菌核等器官內含量最多。例如，洋蘑菇的新鮮材料含有1.7—2.7%；松乳菇[*Lactarius deliciosus* (L.) Fr.]的新鮮材料約含有6%。

5. 蛋白質 (protein) 因蘑菇菌絲細胞壁有幾丁質的存在，其蛋白質含量雖多，但不易被人所消化。可消化性也依種類的不同，而有很大的變化，莫奈爾 (Mörner) 發現在洋蘑菇子實體內的大量蛋白質可被人消化的程度較其他種類爲大。

6. 胆脂固醇 (cholesterine) 胆脂固醇這種物質是扎拉得 (Gérard, 1890 及 1892) 在辣味乳菇及羊毛白乳菇 [*Lactarius vellereus* Fr.] 的子實體內發現的，當它被暴露在空氣中的時候是不穩定的。

二、蘑菇的其他新陳代謝產物

蘑菇子實體在進行新陳代謝時，除了產生二氧化碳以外，還產生許多種其他的副產物，現分別討論如下：

(一) 色素(pigments)

色素的種類很多，其名稱也各不相同。蘑菇子實體中的各種色素多積聚在細胞壁內。色素之所以能够產生乃取决於遺傳及環境因素。菌絲體、子實體及孢子等都可能具有色，或某些種的色素僅產生在某些部位，或某些器官內。庫諾(Kühner, 1949)發現在

絲膜屬內種類的某些色素積聚在子實體的死細胞中。各種蘑菇的子實體以含有褐色素爲最普遍。一定的顏色常爲屬或種的特徵之一。

假面蘑菇[*Rhodopaxillus saevus* (Gill.) R. Mair.]、蜡蘑[*Laccaria laccata* (Fr. ex Scop.) Berk. et Broom.]、紫晶蘑[*Rhodopaxillus nudus* (Fr. ex Bull.) R. Mair.]、白紫絲膜菌[*Cortinarius alboviolaceus* (Pers.) Fr.]、紫絲膜菌[*Cortinarius violaceus* (L.)Fr.]、藍絲膜菌[*Cortinarius caerulescens* (Schaeff.) Fr.]、緣紋絲膜菌[*Cortinarius praestans* (Cord.) Sacc.]及黑紫紅菇[*Russula atropurpurea* (Krom.)]等的子實體產生紫色素或青紫色素。

赤山菌屬(*Hygrophorus*)內的各種的子實體，都存在有鮮明的不同色素,由於蘑菇種的不同,其色素從深紅至金黃。

鮮艷鱗傘屬(*Leptonia*)內的種類以藍色爲佔優勢的色素。如在鋼色鱗傘菌[*Leptonia chalybaea* Fr.]的子實體的每一部分都存在有深紺青的色素。在另外幾種內，僅菌柄中存在有藍色素。這種藍或藍綠色素在毒杉蕈屬(*Inocybe*)的幾種內僅在菌柄基部才存在。

黑毛卷傘菌[*Paxillus atrotomentosus* (Bats.) Fr.]的菌蓋表面存在有一種叫做褐色卷傘菌素(atrotomentine)的褐色素。

蛤蟆菌[*Amanita muscaria* (Fr. ex L.) Quél.]的菌蓋內存在有血色蕈紅素(muscarufine)，這種色素在組成子實體的比例上雖然很小(500公斤新鮮子實體內僅存在0.85克的色素)，但也使得菌蓋呈現出鮮艷的紅色。這種色素不溶解於水,但溶解於氯仿(chloroform)及乙醚(ether)。這種色素同樣也存在於假芝蘇菌[*Amanita pantherina* (Fr. ex DC.) Quél.]及毒紅菇[*Russula emetica* (Schaeff.) Fr.]的子實體內。

威爾斯泰特(Willstaedt, 1937)曾研究過類胡蘿蔔素(carotinoid)在雞油屬的某些種內的分布。例如,雞油菌[*Cantharellus cibarius* Fr.]的子實體內主要色素爲β-胡蘿蔔素(β-carotin),

但也存在一些 α-胡蘿蔔素(α-carotin)、少量的番茄紅素(lycopene)、γ-胡蘿蔔素(γ-carotin)及 δ-胡蘿蔔素(δ-carotin)等。β-胡蘿蔔素的貯存量是：100 克新子實體內含有 4 克。

某些種蘑菇的子實體菌肉被割破，與空氣接觸後即變色，是因爲其體內含有色素原(chromogenous)物質。也就是說，它們所含的這種色素原當被氧化以後就轉變成有顏色的色素，具有這些特徵的蘑菇如松乳菇、美麗紅菇[*Russula lepida* Fr.]及卷傘陡頭菌[*Lepista inversa* Pat.]等多種。

松乳菇的子實體內存在有乳菇藍素(lactarazulene)、乳菇紅紫素(lactaroviolin)及乳菇綠素(verdazulene)三種色素。

此外在許多種蘑菇的子實體中也含有螢光物質(fluorescent substances)，約斯蘭德及奈田(Josserand et Netien, 1938, 1939)曾分析過新鮮的子實體：雖然乳菇屬及紅菇屬內的各種含有極微量的這種螢光物質，但也可以呈現非常漂亮的顏色。而在火焰菌屬(*Flammula*)、鱗耳屬、無環菇屬及絲膜屬等內的種類則含螢光物質特別豐富。螢光物質在子實體內所存在的部位因種類而不同，如紅菇屬內的種類僅在角皮下貯藏非常薄的一層。這種物質在同一種子實體的一定部位內通常是永久的，而某些不同種類的蘑菇却在不同部位呈現出相同的顏色，例如橙黃色存在於蛤蟆菌及蜜環蕈[*Armillariella mellea* (Fr. ex Vahl.) Karst.]的菌褶內；存在於灰蘑菇[*Tricholoma terreum* (Fr. ex Schaeff.) Quél.]的菌肉內；存在於磚紅無環菇[*Hypholoma sublateritium* (Schaeff.) Fr.]的內菌幕內。馬爾及賓諾義(Maire et Pinoy, 1925)描述過新鮮的瘦陡頭[*Clitocybe tabescens* Bres.]的菌肉及子實層內呈現出一種紫色的螢光物質，而在蜜環蕈的與其相同的部位內却呈現出白的顏色。同樣，在鬼筆鵝膏[*Amanita phalloides* (Fr.) Quél.]的菌肉內具有一種淡紫色的螢光物質，而在橙黃鵝膏[*Amanita citrina* (Schaeff.) Roq.]內則呈現出白色。

(二)毒素(toxin)

生長在自然界中的不少種類的蘑菇可以產生毒素，毒素的種類也很多，它們對於人與動物的作用是不相同的。最劇烈的毒素多是由鵝膏屬(*Amanita*)的某些種所產生的。

1. 胆鹼(choline) 這種毒素除了廣泛地分布在動植物界外，還分布在蛤蟆菌及假芝蔴菌的子實體內。胆鹼本來並不很毒，但當它與氧結合時則其就變成了劇毒。

2. 血色蕈毒鹼(muscarine) 這種毒素以蛤蟆菌的子實體內含量最爲豐富；在假芝蔴菌的子實體內也含有相當的分量；在毒紅菇的子實體內雖然含量較少，但對人來說仍然是非常危險的。這種毒素是斯密得爾柏格及柯孛(Schmiedelberg et Koppe)於1870年在蛤蟆菌子實體內發現的。

血色蕈毒鹼是一種極端劇烈的毒素，只要被人誤食0.003至0.005克則對於生命就很危險。但這種毒素的含量也和子實體的其他成分一樣，能隨土壤及氣候等外界條件的變化而改變，環境條件可以影響毒素的減少或消失。

根據柯柏特(Kobert)的報告，蛤蟆菌的子實體內所含有的毒素除了胆鹼及血色蕈毒鹼外，還有第三種生物鹼：皮爾茲顛茄鹼(pilzatropine)。這種皮爾茲顛茄鹼與一般的顛茄鹼(atropine)近似，它可以中和較多或較少量的血色蕈毒鹼。皮爾茲顛茄鹼在子實體內的含量同樣隨環境條件的變化而改變，在某些有利於大量產生皮爾茲顛茄鹼的場所中所產生出來的蛤蟆菌就可以被人利用爲食物。因皮爾茲顛茄鹼已中和了血色蕈毒鹼，如在法國及蘇聯的部分地區內的人民就以蛤蟆菌當做食物。在美國某些地區內同樣有人重復地吃過蛤蟆菌，也沒有發現中毒現象。如果把蛤蟆菌浸漬在醋內，經過一定時間，也可以使毒素消失。

此外，血色蕈毒鹼也存在於粗緣陡頭[*Clitocybe rivulosa* (Fr. ex Pers.) Quél.]、象牙白陡頭[*Clitocybe dealbata* (Fr. ex Sow.) Quél.]及柏多拉毒杉菌[*Inocybe patouillardi* Bres.]等子實體內。

一種與血色蕈毒鹼相近或可能同樣的毒素也存在於臭陡頭

[*Clitocybe illudens* (Schw.) Sacc.]、假毒杉菌 [*Inocybe infida*]、破傘毒杉菌[*Inocybe infelix*] 以及毛頭乳菇 [*Lactarius torminosus* (Schaeff.) Fr.]等種類的子實體內(Krieger, 1936; Wolf & Wolf, 1947)。

3. 鬼筆鵝膏鹼 (phalloidin) 鬼筆鵝膏鹼存在於鬼筆鵝膏、毒鵝膏 [*Amanita virosa* (Fr.) Quél.] 及春生鵝膏 [*Amanita verna* (Fr. ex Bull.) Gill.]的子實體內。這種毒素對於熱、乾燥以及消化液的作用是穩定的，它對於人來說，死亡率是很高的，通常可達 60—100% (Fischer, 1918)。

除以上三種子實體內存在有鬼筆鵝膏鹼外，同一種或近似的毒素也存在於鞘苞鵝膏[*Amanita spreta* Pk.]、云斑鵝膏[*Amanita porphyria* (Fr. ex Alber. et Schw.) Gill.]、單生鵝膏[*Amanita solitaria* (Bull.) Fr.]、根鵝膏[*Amanita radicata*]以及綠鵝膏 [*Amanita chlorinosma*] 等的子實體內。悞食錐形赤山菌 [*Hygrophorus conicus* (Scop.) Fr.] 及秋生鱗耳[*Pholiota autumnalis*] 之後，對於易感的人也可以產生相似的症徵，它們也可能含有鬼筆鵝膏鹼(Krieger, 1936)。

每 40 公斤鬼筆鵝膏的新鮮子實體中，可以提取約 1 克重量的毒素純粹結晶。柯柏特認爲這種毒素可分解血內的大量紅血球。

4. 蕈顛茄鹼(myco-atropine) 蕈顛茄鹼也是存在於蛤蟆菌子實體中的一種很重要的毒素，它或也存在於假芝蘸菌子實體內。這是接近顛茄鹼 (atropine) 的一種生物鹼，是由斯密得爾柏格及柯李在 1899 年分離出來的。它所引起的特有病徵就是胃腸病，也染及神經系統。

5. 其他毒素 除以上幾種主要毒素外，還有許多其他種類毒素存在於某些種蘑菇子實體內，它們之中的大多數精確特性還不知道。例如，悞食斑褶菌屬(*Panaeolus*)中的種類，可能使人暫時麻痺或相似酒精中毒狀態。鵝膏屬中的某些種除了以上所提及的毒素外，還有過其他種類毒素的報告(Fischer, 1918)。

根據蘇斯(Suss, 1936)及胡崗(Hugon, 1938)的報告，當食入

毛頭鬼傘[*Coprinus comatus* Fr.]及墨汁鬼傘[*Coprinus atramentarius* (Bull.) Fr.]不久以後或以前如果飲入啤酒或酒的時候，則將發生十分嚴重的中毒現象。

（三）酶(enzyme)

蘑菇的菌絲體及子實體裏面含有不同種類的酶，主要可分下列幾種：

1. 轉化酶 (invertase) 這種酶已發現在臭草菇 [*Volvaria gloiocephala* (Fr. ex DC.) Gill.]的菌蓋內。

2. 蛋白酶 (proteinase) 這種酶已發現在洋蘑菇等不少種類的子實體內。

3. 脂酶(lipase) 這種酶已在雞油菌等種類子實體內發現。

4. 氧化酶(oxydase) 這種酶已在黑紅菇 [*Russula nigricans* (Bull.) Fr.]等不少種類的子實體內發現。

5. 纖維素酶(cellulase)及半纖維素酶(hemicellulase) 這兩種酶存在於蜜環蕈等的菌體內。

（四）臭(香)氣

許多種類的蘑菇子實體，產生臭氣或香氣，這種氣味也是蘑菇特徵和特性之一。現將某些氣味及所產生這些氣味的蘑菇種類列舉如下：

1. 具有新面粉氣味的，如聖喬治蘑 [*Tricholoma georgii* Quél.]、白褐蘑菇[*Tricholoma albobrunneum* (Pers. ex Fr.) Quél.]、美味北風菌[*Pleurotus cornucopiae* (Pers. ex Paul.) Gill.]、土生紅褶菇[*Entoloma lividum* (Fr. ex Bull.) Quél.]、保護蘑 [*Entoloma clypeatum* (Fr. ex L.) Quél.] 及梅色蘑菇等。

2. 具有蘿蔔氣味的，如仙環蘑 [*Hebeloma crustuliniforme* (Fr. ex Bull.) Quél.]、粉色小菌[*Mycena pura*(Fr. ex Pers.) Quél.]、橙黃鵝膏、雲斑鵝膏以及絲膜屬中的許多種。

3. 具有茴香氣味的，如香味陡頭 [*Clitocybe odora* (Fr. ex Bull.) Quél.]、蝸殼菇[*Lentinellus cochleatus* (Fr. ex Pers.)

Karst.]及林蘑菇[*Agaricus silvicola* (Vitt.) Sacc.]等。

4. 具有苦杏仁氣味的，如根蘑[*Hebeloma radicosum* (Fr. ex Bull.) Rick.]、香味赤山菌[*Hygrophorus agathosmus* Fr.]、仙環小皮傘菌[*Marasmius oreades* (Bolt.) Fr.]及喇叭陡頭[*Clitocybe geotropa* (Fr. ex Bull.) Quél.]等。

5. 具有橘花氣味及燒糖氣味的，如糖味蘑[*Hebeloma sacchariolens* Quél.]。

6. 具有水果氣味的，如雞油菌、灰雞油菌[*Cantharellus cinereus* (Pers.) Fr.]、黃橙雞油菌[*Cantharellus lutescens* (Pers.) Fr.]、梨味蘑菇[*Inocybe piriodora* (Fr. ex Pers.) Quél.]及紫柄紅菇[*Russula amoena* Quél.]等。

7. 具有蜂蜜氣味的，如蜜味紅菇[*Russula melliolens*]。

8. 具有大蒜氣味的，如臭小傘菌[*Lepiota cristata* (Fr. ex Albert. et Schw.) Quél.]及小皮傘屬(*Marasmius*)中的某些種類。

9. 具有糊精氣味的，如橙蓋口蘑[*Tricholoma aurantium* (Schaeff.) Fr.]。

10. 具有氨氣味的，如氨味小菌[*Mycena ammoniaca* Fr.]。

11. 具有牛羊脂氣味的，如美柄小菌[*Mycena inclinata* (Fr.) Quél.]及粘小菌[*Mycena viscosa* (Secr.) Mair.]。

12. 具有鹼氣味的，如鹼味小菌[*Mycena alcalina* Fr.]及黃色鹼味小菌[*Mycena luteoalcalina* Sing.]。

(五)味

某些蘑菇的子實體，當在口中嘗試時可有其特有的滋味。例如，磚紅無環菇有時味苦；松乳菇新鮮時味稍苦；春蘑[*Agrocybe praecox* (Fr. ex Pers.) Fay.]味略苦；毛頭乳菇味辣；辣味乳菇及狐色香菇[*Lentinus vulpinus* (Sow.) Fr.]具有强烈地辣味；山葵菌[*Panus stipticus* (Bull.) Fr.]味酸；橄欖陡頭菌[*Clitocybe olearia* (Fr. ex DC.) R. Mair.]味甜。

(六)光

不少種類蘑菇的子實體或菌絲體能够發光，較著名的發光蘑菇如蜜環蕈、橄欖陡頭菌、山葵菌、假金錢菌[*Omphalia flavida*]、臭陡頭、燦光革耳 [*Panus incandescens* B. et Br.]、燦光北風菌[*Pleurotus incandescens* Müll. et Berk.]、面北風菌[*Pleurotus facifer* B. et C.]、加德納里北風菌[*Pleurotus gardneri* Berk.]、火光北風菌[*Pleurotus igneus* Rumph.]、夜光北風菌[*Pleurotus noctilucens* Lev.]、燐光北風菌 [*Pleurotus phosphoreus* Berk.]、普羅買蘇斯北風菌 [*Pleurotus prometheus* B. et C.]、月夜菌 [*Pleurotus japonicus* Kawa.]、發光北風菌[*Pleurotus illuminans* Müll. et Berk.]、燈火北風菌[*Pleurotus lampas* Berk.]、巢狀北風菌[*Pleurotus nidiformis* Berk.]、菌核金錢菌[*Collybia tuberosa* Bull.]、毛金錢菌[*Collybia cirrhata* Pers.]及螢光小菌[*Mycena photogena* Komin.]等。

三、發光現象

(一)發光現象發現的簡史

某些木材的發光現象，古希臘的亞里斯多德(Aristotle, 384—322 B. C.)就已知道。其後，孛利乃(Pliny, 23—99)也曾談到過一種發光的蘑菇，漢寧(Hennings, 1904)認爲這種蘑菇可能是橄欖陡頭菌，通常生長在地中海沿岸各國的橄欖樹上。發光木材的光的來源與蘑菇菌絲體的關係，雖然萬·胡包爾特(Von Humboldt)在 1799 年就相信它是起源於菌類的，但直到十九世紀的早期却仍沒有完全弄清楚。法國徒拉斯諾 (Tulasne) 在 1848 年曾記載過一種根菌[*Rhizomorpha subterranea*]的發光，其實這就是蜜環蕈的根狀菌索。布來菲爾德(Brefeld)在 1877 年也進行過純粹培養，記載過這種蘑菇的發光性。艾利斯(Ellis)於 1886 年初次報告山葵菌的發光現象。希勒(Heller)在 1853—1854 年間也把木材光的來源歸於菌類，此後才引起了不少學者的注意。莫里赤(Molisch)在 1904 及 1912 年曾做過精密的研究，認爲朽木的發光最確實的是由他經純粹培養而獲得的蜜環蕈，證明這種蘑

菇的發光部位是與空氣接觸後變成褐色的根狀菌索。 布勒(Buller) 在 1924 及 1934 年曾做過山葵菌及假金錢菌發光現象的研究。

關於發光菌類的確實記載，在我國很古的時代就有，如陶宏景(452—536)談到毒菌時說："夜中有光者有毒…"。

(二)發光部位

蘑菇的發光部位因種類而不同，有的菌蓋能發光，有的根狀菌索能發光，有的菌核能發光，有的菌褶能發光。

根據布勒的表格(1924)，菌蓋發光的種類有臭陡頭、燦光革耳、山葵菌、燦光北風菌、面北風菌、加德納里北風菌、火光北風菌、夜光北風菌、燐光北風菌、普羅買蘇斯北風菌、橄欖陡頭菌及假金錢菌。根狀菌索發光的種類如蜜環蕈。菌核發光的種類有菌核金錢菌及毛金錢菌。此外，日本川村(Kawamura, 1915)發現腐生在山毛櫸上的月夜菌的發光部位是菌褶。 小南清 (Kominami, 1928)在我國台灣發現一新種——螢光小菌，它的菌蓋及孢子都能發光。另外，澳洲產的發光北風菌、燈火北風菌及巢狀北風菌三種的菌蓋能發光。

(三)影響發光的主要因素

影響蘑菇發光的因素很多，主要可以分爲內部及外部兩類因素，現分別討論於下：

1. 內部因素　內部因素基本上可以分爲遺傳學及組織學上的兩種因素。

(1) 遺傳學上的因素　最初研究發光蘑菇雜交的是包特(Bothe, 1935)，他從兩個子實體的單孢子培育舞小菌 *Mycena galopus* 以及發光的木材上生的菌類，溝柄小菌 *Mycena polygramma* (Fr. ex Bull.) Quél. 也是從單孢子培育的。 他觀察到在兩種內的某些從單孢子發育成的第一次菌絲體可能是發光的，其他就不能發光。

(2) 組織學上的因素　最著名的企圖研究發光菌類菌絲細胞學的是達爾格林(Dahlgren, 1916)，認爲臭陡頭菌蓋的組織切面

內的許多細胞核及液泡就是分泌螢光素(luciferin)的場所。

2.外部因素　影響發光菌發光的外部因素種類很多，通常與營養、氧氣、溫度、光、化學藥品以及生物化學等都有關係。

(1) 營養的影響　根據瓦辛克(Wassink, 1948)的實驗，用櫻桃洋菜培養基或麵包洋菜培養基（其中含有對於生長和發光所需要的全部成分）來培養某些發光蘑菇的孢子、組織塊、菌絲體或根狀菌索，他發現生長在麵包洋菜培養基上的所發出的光較生長在櫻桃洋菜培養基上的亮一些。可見發光蘑菇的發光強度與營養有一定的關係。

(2) 氧氣的影響　根據阿查得(Achard, 1785)、斯帕蘭賽尼(Spallanzani, 1796)、加拉都力(Carradori, 1796)、徒散恩(Tychson, 1799)、萬·胡包爾特 (1799)、加特納爾 (Gaertner, 1799)、胡爾莫(Hulme, 1800; 1801)以及包克曼 (Boeckmann, 1800)等人的研究報告，用氧氣處理發光蘑菇的效果大致相同。在他們的結論裏都認爲發光時需要氧氣，某些發光蘑菇雖然在氫氣或氮氣裏也發出光來，但那是由於少量的氧氣仍然存在的緣故。晚近的一些學者如阿堪赭里(Archangeli, 1889)、川村(1915)、布勒(1924)、諾伯科爾特(Nobecourt, 1926)、哈維(Harvey, 1926)以及包特(1928)等的研究證明：不同種類的發光蘑菇在氫、氮或二氧化碳內，則光熄滅，而當重新放在空氣裏的時候，則光也又可放出來(如果缺氧時間不太長的時候)。

(3) 溫度的影響　發光蘑菇的發光與溫度也有一定的關係，例如川村(1915)發現月夜菌發光時的最低溫度爲 3—5°C，最適溫度爲 10—15°C。最高溫度爲 40°C。布勒(1924)發現山葵菌發光時的最低溫度爲 −2 至 −4°C，最適溫度爲 10—25°C，最高溫度爲 35—37°C。

包特(1928)研究過溫度對於蜜環蕈發光的影響，他發現在 31—34°C 時對發光有抑制作用，而在 15°C 時似乎是最適溫度，但是在接近 18—20°C 的時候則光度增加。

(4) 光的影響　發光蘑菇的發光無論在夜裏或白天是永遠繼

類的,僅當年老時或培養條件下才可能發生變化。慕利爾(Murrill, 1915)關於對臭陡頭研究的報告指出:在白天所發的光度減弱無疑地是由於人的眼睛對於光的適應。川村(1915)深信月夜菌在白天,其所發的光的强度與在夜裏所發的光的强度一樣。無論布勒還是哈維(1926),還是科布林茲(Coblentz)和胡格斯(Hughes, 1926)都沒有觀察到陽光對於發光蘑菇的發光發生任何影響。然而,包斯(Bose, 1930)已經報告過生長在印度某地的蘋婆屬 *Sterculia* 植物木頭上的一種發光菌,當放在黑暗處經過幾天的時候,則光逐漸消失。但當再暴露在陽光下的時候,雖然經過極短的時間(例如5—10分鐘),則可重新發出光來。如果暴露在陽光下的時間較長,則所發出來的光還更亮些。

(5) 化學藥品的影響

a. 生物鹼(alkaloids) 實際上用生物鹼影響發光蘑菇發光的研究,做得極少。克魯金伯格(Krukenberg, 1887)研究過馬前霜鹼(strychnine)、咖啡鹼(caffeine)、菸草鹼(nicotine)以及奎寧鹼(quinine)等對於橄欖陡頭的影響,但僅用過一種濃度,且其結果也未必值得記錄。在實驗中,他發現蒸餾水、馬前霜鹼及咖啡鹼對橄欖陡頭的發光並沒有發生什麼作用。以菸草鹼做微弱的刺激,則光不久即被抑制住了。以奎寧鹼刺激時,則直接制止了光的發生。

b. 麻醉劑(anesthetics) 早期關於用麻醉劑作用於發光蘑菇發光的研究,也缺乏對於濃度的控制。克魯金伯格(1887)報告起初用氯仿刺激而抑止了橄欖陡頭的發光。川村(1915)也發現月夜菌的老標本的發光是微弱的,以氯仿及乙醚蒸氣影響它,則在起初時光度增加,而後來就逐漸熄滅了。當光消失以後,再移到空氣中的時候,也不能回復發光狀態。布勒(1924)證明用氯仿及乙醚處理山葵菌以後,則光減弱且不能回復原狀,受氯仿的影響較受乙醚的影響爲大。諾伯科爾特(1926)發現對於蜜環蕈的菌絲體也有同樣的作用。魯茲(Lutz, 1931)比較過乙醚、苯甲醛(benzaldehyde)以及其他抗氧化劑對於蜜環蕈的作用,他發現這些蒸氣同樣

也抑止了它的發光。

(6) 生物化學的影響 某些學者[如艾瓦特 (Ewart, 1907) 關於燦光北風菌;川村 (1915) 關於月夜菌;布勒 (1924) 及哈維 (1926) 關於山葵菌等發光的研究] 曾企圖從發光蘑菇獲得發光的汁液,但都沒有成功,因爲這可能是破壞了細胞的發光作用。川村也發現月夜菌菌褶部分的假薄壁組織及子實層都能發光,但在近菌柄處較先端所發的光爲強。如果被碰傷的時候,則光力減退。布勒發現山葵菌標本乾燥以後,如果恢復潮濕時則仍能發光。但若將乾標本磨成粉末,雖再加水則也不能再發光。哈維確定山葵菌在紫外綫中,沒有特殊的螢光性。

此外,還有一件生物地理學上的有趣的材料:山葵菌的菌絲體及菌蓋在北美發光,而在英國的則不發光 (Buller, 1924)。布勒定成爲兩個變種,把能發光的叫做發光山葵菌 [*Panus stipticus* (Fr.) f. *luminescens* Bull.],把不能發光的叫做無光山葵菌 [*Panus stipticus* (Fr.) f. *non-luminescens* Bull.]。也有人認爲不但英國產的不發光,大概歐洲產的全部都不能發光。

四、菌肉的顏色反應及菌組織酸度

(一)顏色反應

某些化學藥品與一定種類蘑菇的菌肉、角質層或孢子接觸後,可以呈現出一種顏色反應,這種反應可以幫助我們做種的鑑定。

參與顏色反應的藥品,最容易產生效果的是:氨、強鹼(鉀或鈉)、酸(硫酸、硝酸等)、鐵的鹽類以及各種有機反應物(石炭酸水、苯胺水、甲醛以及瘡痍木染料等)。現將主要的顏色反應列舉如下:

1. 氨(25% 的水溶液) 遇氨後菌肉呈青紫色的,如鉛色乳菇 [*Lactarius plumbeus* (Bull.) Fr.];呈黃色的,如凸形火焰菌 [*Flammula lenta* (Pers.) Fr.];呈金黃色的,如異色絲膜菌 [*Cortinarius variecolor* (Pers.) Fr.]。

2. 強鹼 (10—15% 的苛性鉀或苛性鈉水溶液) 遇強鹼後菌

肉呈橙黄色的，如假芝蘼菌；呈深褐色的，如粘外幕菌 [*Gomphidius viscidus* (L.) Fr.]；呈黄色的，如粘土絲膜菌 [*Cortinarius bolaris* (Pers.) Fr.]；呈紅紫色的，如紫肉絲膜菌 [*Cortinarius nanceiensis*] 及鈉絲膜菌 [*Cortinarius sodagnitus* Henr.]（後者僅角質層呈紅紫色）；呈紅玫瑰色的，如紫柄絲膜菌 [*Cortinarius dibaphus* (Fr.?) Bat.]；呈紅褐色的，如汞色絲膜菌 [*Cortinarius calochrous* (Pers.) Fr.] 及美麗絲膜菌 [*Cortinarius elegantior*]（這兩種僅角質層變色）。

3. 硫酸鐵（10% 的水溶液） 遇硫酸鐵水溶液後菌肉呈綠色的，如鱗耳菌 [*Pholiota squarrosa* (Müll.) Quél.]；初呈綠色，後變成黑綠色的，如簇生黄蘼 [*Hypholoma fasciculare* (Fr. ex Huds.) Quél.]；紅菇屬中的，大部分種類的菌肉遇到硫酸鐵時或多或少呈玫瑰色，但例外的如藍黄紅菇 [*Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.] 的菌肉雖遇硫酸鐵則也不起任何顏色反應；對於黑紅菇，呈綠色片刻即消失，暗紅紅菇 [*Russula xerampelina* (Schaeff.) Fr.] 也是這樣；橙褐乳菇 [*Lactarius volemus* Fr.] 的顏色反應相似紅菇屬中的大多數種類。

4. 硫酸(10%) 遇硫酸後菌肉呈青紫色的，如鬼筆鵝膏。

5. 苯胺水（3%） 遇苯胺水後菌肉呈淡紅色的，如紅褐紅菇 [*Russula xerampelina*]。

6. 甲醛（40% 的水溶液） 遇甲醛後菌柄基部菌肉呈紅色的，如紅肉蘑菇 [*Tricholoma orirubens* Quél.] 及鱗蘑 [*Tricholoma squarrulosum* Bres.]，當時不呈現任何顏色的，如灰蘑菇。

7. 碘（3% 的酒精溶液） 孢子遇碘變成藍色的屬，主要有紅菇屬、乳菇屬、蝸殼菇屬 (*Lentinellus*) 及白卷傘屬 (*Leucopaxillus*) 等。孢子遇碘不變藍色的屬，主要有雞油屬、陡頭屬 (*Clitocybe*) 杯狀陡頭 [*Clitocybe cyathiformis* (Fr. ex Bull.) Quél.] 及巨陡頭 [*Clitocybe gigantea* (Fr. ex Sow.)] 例外、金錢屬 (*Collybia* 塵柄金錢菌 [*Collybia myosura* (Fr.) Quél.] 及裂金錢菌 [*Collybia lacerata* (Lasch) Berk.] 例外)、赤山菌屬、蠟蘑

屬(*Laccaria*)、香菇屬(*Lentinus*)、小傘屬、小皮傘屬(莖生小皮傘菌[*Marasmius caulicinalis* (With.) Fr.]例外)、粘蓋菌屬*Mucidula*、革耳屬(*Panus*)、北風菌屬(*Pleurotus*)、紅卷傘屬(*Rhodopaxillus*)及口蘑屬(*Tricholoma*)等。

(二)菌組織的酸度(pH)

蘑菇菌組織內有一定的酸度(氫離子濃度),這方面的研究做得不多,阿姆斯沖(Armstrong, 1929)曾測量過某些蘑菇菌蓋及菌柄的壓榨汁液的酸度反應,現列舉如下:洋蘑菇爲 Ca. 5.9;蛤蟆菌爲 6.2;蜜環蕈爲 5.6—5.9;蠟蘑爲 6.2;長柄粘蓋菌[*Mucidula radicata* (Fr. ex Rehl.) Bour.]爲 5.9;墨汁鬼傘爲 6.2—6.8;晶粒鬼傘[*Coprinus micaceus* (Bull.) Fr.]爲 5.6—5.9;紫絲膜菌爲 6.2;簇生黃蘑爲 Ca. 5.9;粘乳菇[*Lactarius blennius* Fr.]爲 Ca. 5.6;粉色小菌爲 5.9;普通小菌[*Mycena vulgaris* (Pers.) Fr.]爲 Ca 5.9;扭形革耳[*Panus torulosis* (Pers.) Fr.]爲 5.6—5.9。

五、營養方式

蘑菇因缺乏葉綠素,所以不能把無機物製造成有機物,它們只能依靠同化那些製成了的有機物爲生。它們的碳水化合物營養的來源,是通過各種有機化合物(主要是多糖及某些有機酸等)的分解成爲單糖的方式來實現的。它們的氮素營養的來源是有機氮化物(如蛋白質及氨基酸)及無機氮化物(如硝酸鹽、亞硝酸鹽及銨鹽)。它們的礦物質營養來源是無機鹽和含有礦物質的有機化合物分解的部分產物。在礦物質中,對它們的正常生長和發育具有頭等重要意義的是鉀、鎂、鐵、鋅、硫及磷。

蘑菇的營養方式,基本上可以分爲以下五大類:

(一)專性腐生

絕大多數的蘑菇都屬於這一類的營養方式,它們通常生活在土地上、腐木上、腐樹皮上、腐葉上以及糞肥上等處,如洋蘑菇。

(二)專性寄生

屬於這一類營養方式的蘑菇種類很少，它們僅能生長在活的植物體上，如蕈寄生屬(*Nyctalis*)中的全部種類、苞脚菇屬(*Volvaria*)中的某些種（如羅氏草菇[*Volvaria loveiana* Berk.]）及寄生鱗傘菌[*Leptonia parasitica*]等。

(三)兼性腐生

屬於這一類營養方式的蘑菇基本上像是寄生菌，但有時又完全像腐生菌一樣地發育，如甘蔗小皮傘菌［*Marasmius saccharinus* (Bats.) Fr.]。

(四)兼性寄生

屬於這一類營養方式的蘑菇種類是相當多的，其正常發育像是腐生菌；但有時却能轉變成寄生菌，如蜜環蕈通常生長在植物的死亡部分，由此可能轉移到活樹木上去。屬於這一類的蘑菇絕大部分能够引起木材腐朽，它們以高等植物細胞的內含物以及組成木材的細胞壁當作營養物質。

(五)共生

共生與寄生的營養方式非常接近，所謂共生就是某些種類的蘑菇與高等植物相互影響，二者都能得到一定好處的現象(但這種共生不能看作是非常和平的共處)。屬於這一類營養方式的蘑菇多與樹木的根生在一起，形成菌根。如疣杯鵝膏[*Amanita rubescens* (Fr. ex Pers.) Quél.]可與栁[*Fagus silvatica*]共生。

六、繁殖作用

(一)營養繁殖

蘑菇的營養繁殖器官爲粉孢子、芽孢、厚垣孢子、菌核、根狀菌索及菌組織塊等。

1. 粉孢子　粉孢子是很微小的分生孢子狀的繁殖體，通常成鏈狀地產生。貝芬(Biffen, 1898)已指出構菌[*Collybia velutipes* (Curt.) Fr.]的菌絲破裂形成大量粉孢子的現象。在柔毛鬼傘[*Coprinus lagopus* Fr.]中由菌絲體上側生出許多粉孢子梗。由粉孢子梗作向基的割裂而形成橢圓形的粉孢子，它們緊貼在一

起成球集地在短分枝的頂端 (Brodie, 1931)(圖 68)。 這種粉孢子功能如同分生孢子,否則即二倍化。同樣形成粉孢子的現象,在鬼傘屬內的其他某些種中也存在(Chow, 1932 及 1934)。

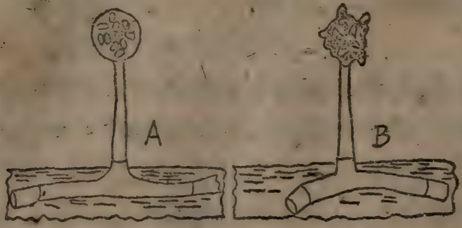


圖 68. 柔毛鬼傘的粉孢子: A, 在潮濕的大氣下; B,暴露在乾燥空氣中的形狀。(從 Brodie)

2. 芽孢　芽孢在某些種蘑菇內也作爲營養繁殖器官而產生,即在菌絲體上或甚至在單個菌絲細胞上形成側生突起,這種突出的細胞逐漸增大,最後從菌絲體上脫落而成爲獨立的細胞。以假金錢菌產生得最爲顯著(Buller, 1934),它的有柄的芽孢形成在咖啡及其他熱帶植物的葉子上。

眞正的分生孢子僅在光北風菌 [*Pleurotus pinsitus* Fr.] 及皮北風菌[*Pleurotus corticatus* Fr.]等種內形成。

3. 厚垣孢子　在某些種蘑菇菌蓋的表面上可形成一層粉末狀的厚垣孢子,即在菌絲上的某些細胞形成了堅韌的壁膜,然後與菌絲分離開就成爲厚垣孢子(圖 69)。著名的形成厚垣孢子的種類如寄生在蜜環蕈屬(*Armillaria*)、髓頭屬、雞油屬、乳菇屬及紅菇屬上的星孢菌 [*Nyctalis asterophora* Fr.] 及寄生蕈 [*Nyctalis parasitica* Fr.]。厚垣孢子內含有貯藏的養料,對於寒冷和乾旱等不良環境有很高的抵抗能力。

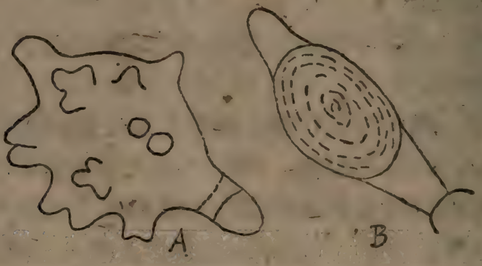


圖 69. 厚垣孢子: A,星孢菌的; B,寄生蕈的

4. 菌核　菌核是最普通的、純粹的營養繁殖器官，它是由菌絲濃密羣集、交結在一起，脫去水分，外表被以淡色或常爲褐色或黑色而堅硬的皮層所形成的。其內部的菌絲呈白色，排列得比較疏松，充滿養料，當它完全成熟後就與原來的菌絲體脫離。菌核經一度休眠後，在一定條件下即產生新的子實體。其形狀多呈墊狀或球狀，一般的體積很小，如菌核金錢菌的菌核直徑稀超過 2 毫米。此外，如杯形香菇 *Lentinus cyathus*、毛金錢菌以及鬼傘屬中的各種都時常形成菌核。

5. 根狀菌索　德巴利(De Bary, 1887)曾詳細地研究過菌核及根狀菌索的構造，後者的功能與前者相同，僅形狀呈長繩索狀(圖 70)。以蜜環蕈的根狀菌索最爲著名，也是由網結在一起的菌絲所形成的，外表呈黑色，其長度可達好幾米。

6. 菌組織塊　如洋蘑菇的菌蓋或菌柄被切成小塊後，可以用人工方法將其培養成子實體。

(二)有性繁殖

蘑菇永不形成特種的有性器官，發育周期由担孢子開始，担孢子萌發形成單倍體的菌絲體。它們的有性過程就是由兩個担孢子萌發所形成的不同性別的菌相互配合。

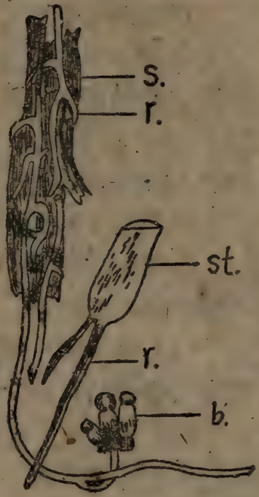


圖 70. 蜜環蕈的根狀菌索(r)；S,木質基物；st,菌柄縱切之一部；b,菌蕾

邊蘇德(Bensaude, 1918)女士指出，從一個担孢子萌發所產生的菌絲體不可能生成子實體，有時需要經過兩個担孢子的菌絲配合後才能生成子實體。但構菌、柔毛鬼傘、麻醉鬼傘[*Coprinus narcoticus* (Bats.) Fr.]、平鬼傘 [*Coprinus niveus* (Pers.) Fr.]、糞田鬼傘[*Coprinus stercorarius* Fr.]以及栽培的洋蘑菇等雖不經過異菌絲體細胞間的結合也能產生子實體，這種現象叫做同宗配合現象。反之，如粘蘑菇 [*Mucidula mucida* (Fr. ex Schra.) Pat.]、糞生鬼傘 [*Coprinus fimetarius* Fr.]、晶粒鬼

傘、柔毛鬼傘的某些變種、褐紅鐘傘斑褶菌 [*Panaeolus campanulatus* (Fr. ex L.) Quél.]、裂褶菌 [*Schizophyllum commune* Fr.] 以及野生洋蘑菇等的子實體必須要經過異株細胞間的結合才能產生,這種現象叫做異宗配合現象。

以上這兩種現象應用在食菌栽培方面是十分重要的,因爲在應用單孢子選育優良菌種時,性異體的孢子單獨培養就不能產生子實體。

蘑菇的菌絲體可以分爲第一次、第二次及第三次三種。第一次菌絲體是單倍體,即每細胞內含有一核的階段,担孢子萌發所生成的菌絲體就是這樣;第二次及第三次菌絲體都是二倍體,即每細胞內含有二核的階段。這三個階段並不是孤立地存在,而是相互依存、按順序地轉變着。最後的第三次菌絲體的一部分,形成担孢子。

現將這三種菌絲體的特性及發育過程分別討論如下:

1. 第一次菌絲體 由担孢子萌發所形成的第一次菌絲體通常可以分爲四個類型。

(1) 第一型 因爲成熟的担孢子內含有一核,所以由這種担孢子萌發成的第一次菌絲體內也含有一核。

(2) 第二型 担孢子最初雖含有二核,但在萌發的時候,其中的一個核殘留於孢子內,另一核向菌絲內移動,因此第一次菌絲體內仍含有一核。

(3) 第三型 担孢子內含有一核或二核,萌發時向菌絲內移動,最初在菌絲內並不形成隔膜。但核作旺盛的分裂,結果萌發的菌絲內雖含有許多核,再經幾日後,在菌絲內各部生成許多橫隔膜,最後第一次菌絲體的每一細胞內仍含有一核。

(4) 第四型 担孢子內含有二核,萌發時全部向菌絲內移動,結果第一次菌絲體的每一細胞內也含有二核。

這種具有單倍體的第一次菌絲體,能形成無性孢子,如粉孢子、芽孢及厚垣孢子等,並以之進行營養繁殖。

2. 第二次菌絲體 第一次菌絲體開始行有性作用,即兩條菌絲的結合作用。結合的結果就成爲每細胞內含有二核的第二次菌

絲體，這種菌絲體可獨立獲取養分而進行分裂生長。在分裂生長時即發生鎖狀連合現象，這一現象是荷夫曼(Hoffman，1856)最初發現的。但這種現象發育過程是由克尼普(Kniep，1915)及邊蘇德(1918)報告的：將要進行分裂的菌絲，在二核的中央部分先生出一個橫的喙狀突起，然後一核向這個突起內移動，另一核則停止在突起的基部。此時二核同時開始分裂，核在分裂時所形成的紡錘絲方向，一個與突起的方向一致，另一個停止在突起基部的核，則與菌絲長軸的方向相一致。這樣，就形成了四個核，其中一個核移向突起內，一個向菌絲的基部移動，其餘二核則向菌絲細胞的先端移動。然後，這一細胞在突起的基部生成一橫隔膜，結果分為頂端細胞與基部細胞，在突起與頂端細胞間也生一橫隔膜，同時突起內的核也向基部細胞內移動，因此頂端細胞與基部細胞內都各含有二核。這樣地分裂不止一次地發生，而細胞數目就逐漸增加(圖71)。

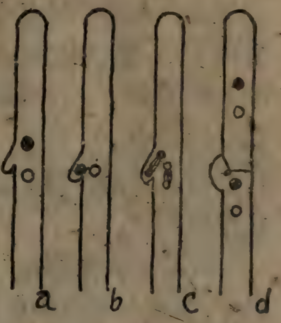


圖71. 鎖狀連合(模式圖)
(仿 Bensaude)

鎖狀連合現象在蒼白陡頭[*Clitocybe expallens* (Fr. ex Pers.) Quél.]中僅在菌絲隔膜處發生。蜜環蕈的菌絲體細胞雖然也是雙核的，但却不發生鎖狀連合現象。在麻醉鬼傘中的鎖狀連合發生在多核細胞的菌絲體內。希姆爾(Hirmer，1920)發現在洋蘑菇的菌絲體內雖然鎖狀連合完全缺如，但有結合分裂現象。布隆斯威克(Brunswik，1924)發現在鬼傘屬中的某些種內鎖狀連合現象完全缺如，而在另外種內却豐富地發生。鎖狀連合發生的情況，在同一菌絲體的不同部分上變化很大，而且受外界環境的限制。沉沒在液體培養基中的菌絲體，僅有少數或甚至沒有鎖狀連合現象發生，而在空氣中的部分則發生得非常豐富。在菌蓋中較為纖細的菌絲上可能呈現，而在同一菌絲的分枝上或較為寬廣的部分就缺如。在某些種內鎖狀連合僅發生在大的間隔處，而在

另外的種類中却在每隔處都有發生。還有的種類鎖狀連合僅發生在子實體的下子實層組織中，而並不發生在別處，甚至全部組織雖都是由雙核菌絲體所形成的也不發生。

第二次菌絲體的壽命很多只有一年，但也有生存多年的，如生在地上的能形成“仙人環”的種類就是多年生的。

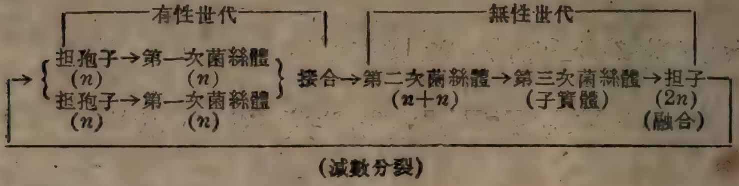
布勒(1933)發現在生活的菌絲體中形成鎖狀連合僅需要很短的時間，如在柔毛鬼傘中從喙狀突起開始到核的進入全部過程僅經過 23 分鐘；在肥坑鬼傘[*Coprinus sterquilinus* Fr.]中僅經過 40—45 分鐘。 核的結合分裂的完成在柔毛鬼傘中所需的時間爲 12—14 分鐘。

第二次菌絲體與第一次菌絲體相同，都可以形成粉孢子、芽孢或厚垣孢子。

3. 第三次菌絲體 以上所談到的第二次菌絲體並不直接生成担子，其菌絲先經過種種分化，然後集合在一起呈根狀的爲根狀菌索，呈瘤狀的爲菌核，普通呈蕈狀的就是子實體，這三者都是第三次菌絲體。 當然無論根狀菌索或菌核，在環境良好時都能萌發成爲子實體。

第三次菌絲體除少數種類外，一般則稀形成營養繁殖器官，而所形成的有性繁殖器官就是子實體。子實體內的第二次菌絲體最後的頂端細胞形成担子，担子內雖含有雙核，但不完成有性作用，僅經複雜的雙核結合階段後就開始進行二次分裂。第一次是減數分裂，第二次是普通分裂，這樣就形成四個核，担子頂端這時生成四枚管狀小梗，每小梗尖端形成一個担孢子，四個核分別移入每一担孢子內。

現將蘑菇的生活史(異宗配合的種類)表解如下：



七、生長和發育

(一)担孢子的萌發

據估計，一般蘑菇僅有二萬萬分之一的担孢子可以發育成爲子實體。影響担孢子萌發的因素可分兩大類，即 1. 遺傳(內部的)因素：成熟程度、壽命、休眠期及生活力等；2. 環境(外部的)因素：溫度、濕度、酸度、養料的種類和濃度、光綫、氧氣及二氧化碳等。以上這因素對担孢子有利時才能萌發，否則就不能萌發或死亡。現僅將担孢子的壽命、溫度及酸度的影響分別討論如下：

(1) **萌發與壽命的關係** 蘑菇的種類不同，其担孢子生存期的長短也不一樣，壽命與休眠期及生活力有着不可分割的關係。香菇[*Lentinus shiitake* (P. Henn.) Sing.]的担孢子在新鮮時萌發率爲 95—96%，保存一個月以後減退爲 50—55%，三個月以後則僅有 2—3%；美麗香菇 [*Lentinus lepideus* Fr.] 的担孢子如果被保存到兩年七個月以後，則只有個別的能够萌發；洋蘑菇的担孢子也是當新鮮時萌發最容易。

(2) **萌發與溫度的關係** 溫度可分最低溫度、最適溫度和最高溫度，不同種類蘑菇担孢子的萌發所需要的溫度也各有所不同，現列表如下。

(3) **萌發與酸度 (pH) 的關係** 担孢子的萌發也受酸度的限制，考夫曼(Kaufmann, 1934)發現 pH 7.5 時對於晶粒鬼傘及毛頭鬼傘担孢子的萌發最適宜；pH 7.0 時對於葱柄小傘菌[*Lepiota cepaestipes* (Fr. ex Sow.) Quél.] 担孢子的萌發最適宜；pH 6.5 時對於蜜環蕈担孢子的萌發最適宜。

(二)子實體的發育

蘑菇子實體的生長發育過程還沒有了解得十分透徹，僅部分種類被某些學者做過研究[如艾特金生(Atkinson, 1906, 1914 及 1916)、道格拉斯 (Douglas, 1916, 1918 及 1920)、斯阿巫依爾 (Sawyer, 1917)、毛斯(Moss, 1923)、希姆(Heim, 1930) 及周宗璜(Chow, 1932 及 1934)等。子實體的發育通常經過以下兩

種類	溫度 (C)						研究者及年代
	担孢子萌發溫度			生長在培養基內溫度			
	最低	最適	最高	最低	最適	最高	
松蕈 [*Armillaria matsutake* Ito et Itami]	10-15°	24°	26-29°	5°	24°	30-32°	Nishikado 及 Yamauchi, 1936
檸菌		—		—	24°	32°	Humphrey 及 Siggers, 1933
蜜環蕈		—		15°	25°	30°	Kitajima, 1928
美麗香菇		—		9° 以下	27°	37° 以上	Cartwright, 1934
豹斑菌 [*Lentinus tigrinus* (Bull.) Fr.]		—		約7°	32-35°	43°	Lindgren, 1933
粗革耳 [*Panus rudis* Fr.]		—		—	36°	46° 以上	Humphrey 及 Siggers, 1933
側生卷傘菌 [*Paxillus panuoides* Fr.]		—		9° 以下	23°	35° 以下	Cartwright, 1934
肥鱗耳菌 [*Pholiota adiposa* Fr.]		—		25°及 35° 時生長得比 15° 顯著，以 25° 爲最好			Wolpert, 1924
皮北風菌		—		約10°	約27°	—	Kaufert, 1936
蠔菌 [*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Fr.]		—		—	27°	37° 以上	Cartwright, 1934

個階段：

1. **菌絲體時期** 當蘑菇子實體被從土壤裏拉出或掘出的時候，在菌柄的下端常常連着許多白色的絲索狀物，這就是菌絲體(圖 72)，也就是栽培蘑菇中所說的"菌種"。菌絲體是由無數纖細的菌絲所組成的，這種菌絲體屬於第二次菌絲體。在某些種內，它們的菌絲體變成很長且呈褐色的。菌絲體在長度上逐漸增加，且生出大量分枝穿過土壤而向四周擴展。

2. **"菌蕾"時期** 菌絲體是蘑菇的營養或生長時期，這些菌絲體通過取得營養物質而生長。當生長到相當時期，在其上就開始

發生許多小瘤狀的膨脹體，這些小瘤狀物就是"菌蕾"時期的開始(見圖 72 內所示的)。這些"菌蕾"起初很小,從大頭針的針頭一般大小生長到豌豆一樣大小,再大些以後就開始向長生長,突出地面

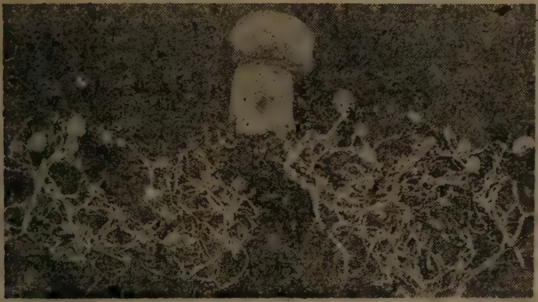


圖 72. 菌絲體及其上的"菌蕾"。(從 Atkinson)

且在末端膨大呈蕈狀。這時,蘑菇子實體的兩個主要部分——菌蓋及菌柄已有了輪廓。同樣,其他各部分也開始出現了輪廓:在菌蓋的下方靠近菌柄四周處出現了放射狀的菌褶，菌褶表面形成子實層。同時在某些種類中,在菌蓋的下面邊緣至菌柄的周圍出現了內菌幕,遮蓋在菌褶上面(圖 73)，起了保護子實層的作用。當

圖 73. 洋蘑菇子實體縱切,示菌褶及內菌幕形成過程

菌蓋擴展,菌柄延長時,菌幕也略加生長，但當子實體再生長或將長成時，則內菌幕停止生長而被正在擴展着的菌蓋强大的拉力給拉破。這時,靠近菌柄周圍處的內菌幕的殘餘,形成了菌環。有些種類在菌柄的基部還形成菌托。

在土壤上生活着的蘑菇子實體，其"菌蕾"在很早的時期就開始在地下生長了，例如蘑菇屬中的種類，其"菌蕾"在菌絲體生長發育到相當時期的15—20天後就開始形成了，但在近於40天後才能完全成熟。

蘑菇子實體的發育，基本上可以分爲以下三種類型：

(1) 裸孢型 (gymnocarpous) 在裸孢型的種類中，其子實層從一形成的開始就裸露在空氣中且永遠不包被在任何腔內。從幼小的柱狀子實體上部擴展出組織來而形成菌蓋，在菌蓋的下方或常在菌柄的上端，子實層開始發育且逐漸產生放射狀的菌褶。這一型中的種類不形成菌托，也不具內菌幕及菌環(見圖74, a)。屬於這一類型的，如赤山菌屬、雞油屬、陡頭屬、紅卷傘屬 (*Rhodopaxillus*)及假金錢屬(*Omphalia*)等。

(2) 假被孢型(pseudoangiocarpous) 在假被孢型的種類中，其子實體發育與裸孢型中的相似，僅是寬廣的菌蓋在邊緣處向下彎曲且最後背曲，菌蓋與菌柄開始疏鬆地接觸或從菌蓋的邊緣到菌柄處被混雜的菌絲連接着。這樣就發育成一封閉着的環形腔，在腔的頂部產生菌褶。成熟時，菌蓋平展且其邊緣從菌柄處破離，所以子實層在最後也裸露在空氣中。這一類型的種類可能在菌柄上遺留下一個菌環，這種菌環是由菌柄組織所形成的，或爲由菌蓋邊緣的組織所形成的(見圖74, d)。屬於這一類型的種類，如豹斑菌。

(3) 被孢型 (angiocarpous) 在被孢型的種類中，在菌蓋的組織內發育着一環層的柵狀細胞，這就是子實層的原始體，在其下面或裏面形成了一環形的腔，從腔內突出放射狀的菌褶。由於菌蓋的開展而在菌柄周圍形成一環裂，這時菌褶也裸露在空氣中(見圖74, f)。屬於這一類型的，如小傘屬、鵝膏屬、蘑菇屬、鬼傘屬及蜜環蕈等。

雷因達 (Keijnders, 1948) 又將子實體發育的類型進一步分爲八種：a, 裸孢型的，如紫晶蘑；b, 積被孢型的 (pilangiocarpous), 如乳柄小菌[*Mycena galopoda* (Fr. ex Pers.) Quél.]；

c, 柄被孢型的 (stipitangiocarpous), 如球柄小菌[*Mycena bulbosa*]; d, 混合被孢型的(mixangiocarpous), 如豹斑菌; e, 單膜被孢型的 (monovelangiocarpous), 如囊皮小菌 [*Cystoderma amiantinum* (Fr. ex Scop.) Fay.]; f, 雙膜被孢型的 (bivelangiocarpous), 如蜜環蕈; g, 擬膜被孢型的 (paravelangiocarpous), 如構菌; h, 後生膜被孢型的 (metavelangiocarpous), 如黃褶赤山菌[*Hygrophorus hypothejus* Fr.](圖 74)。

(三) 外界環境對子實體生長發育的影響

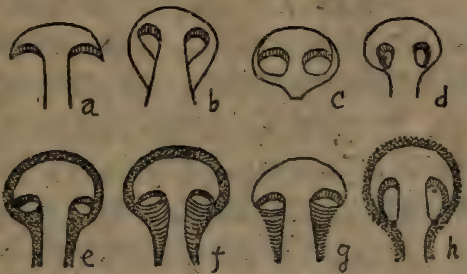


圖 74. 傘菌科蘑菇子實體發育的各種類型 (a—h)。(從 Reijnders)

子實體的形成只有在一定的外界條件下才有可能, 這些條件就是: 溫度、濕度、酸度、光、營養氧氣等。現分別討論如下:

1. 溫度的影響 溫度不僅對於各種不同的蘑菇生長發育來講可能互不相同, 即使對於同一種蘑菇的各個發育階段 (如孢子的萌發、菌絲體的生長以及子實體的形成) 也是不一致的。溫度基本上可以分爲三個羣 (Humphrey 及 Siggers, 1933): 低溫羣 (20—24°C)、適溫羣 (24—32°C)及高溫羣(32°C 以上)。屬於低溫羣的, 如構菌; 屬於適溫羣的, 如美麗香菇、香菇、裂褶菌及蠔菌等; 屬於高溫羣的, 如粗革耳及草菇 [*Volvaria volvacea* (Bull.) Fr.] 等。以上這種分法並不是絕對的, 例如, 洋蘑菇的子實體發生時的溫度是在 7—25°C 之間; 構菌雖屬低溫羣, 但它在 12—18°C 之間仍能形成子實體。

許多種類蘑菇的菌絲體或子實體對低溫或高溫具有很高的抵抗能力, 例如, 某些種類能够在 0°C 以下的嚴寒中生存。有人 (Buller 及 Cameron, 1913) 曾使裂褶菌的子實體經過幾個冬季, 並給以 −15° 及 −40°C 的溫度, 當把它再移到室內, 雖只經過

幾個小時,則它們又重新放射孢子。布勒也曾使裂褶菌的子實體在－190°C 中經過三個星期,也並沒有顯著地被損害。斯奈爾(Snell, 1922, 1923)指出,美麗香菇的菌絲體能夠忍受 100°C 的乾熱,只有在 55°C 的濕度下經過 12 小時或在 105°C 的乾熱下經 12 小時以後才被殺死。側生卷傘菌培養中的菌絲體在 55°C 中經 120 分鐘死亡,在 60°C 中經 60 分鐘死亡,在 65° 及 70°C 中經 20 分鐘死亡(Kitajima, 1928)。

2. 濕度的影響 蘑菇的生活活動需要基物與周圍空氣中的相當濕度,一般來講,大多數的蘑菇都是在比較高的濕度下發育良好,但若濕度過高而發生空氣不足時,反使它們的發育條件惡化起來。許多蘑菇所以常在溫暖多雨的天氣下發生,是因爲當時的濕度較高。許多腐生在木材上的蘑菇,在木材含水量達 20—150%(依種類而不同)之間都能發育,但通常以 30—70% 之間發育得最好。但洋蘑菇最理想的發育條件之一是堆肥中的含水量在 160% 左右。

周圍空氣中的相對濕度對於蘑菇的發育也有很大的影響,例如,草菇子實體發育的最低相對濕度要求大約在 80% 左右;洋蘑菇子實體發生時所需要的濕度大約在 85—95% 左右;構菌子實體的形成,在空氣中必須維持 95% 以上的相對濕度。

3. 酸度的影響 蘑菇所處環境的酸度,對於它們的生長發育有着重要的關係。很多研究指明,蘑菇順利地生長發育所需要的環境酸度,乃依其生物學特性而定。洋蘑菇對酸度的適應範圍很廣,一般在 pH 3.4—9 之間都能生長,但其生長發育的最適宜的酸度是 pH 6.5—7.5 之間。

4. 光的影響 大多數蘑菇在散光條件下發育得最好,光綫不足時對於某些種類的子實體的形成也有不良的影響。如果把構菌的小“菌蕾”放在黑暗中或紅色光綫中,它的子實體就發育成了畸形(Biffen, 1899; Munch, 1909)。但是洋蘑菇在黑暗中却能形成正常的子實體。

某些早期的眞菌學者曾注意到完全不給以光綫時則某些種類

蘑菇所形成的菌柄比正常的較長，而在另外通常不具菌柄的種類中也發育出了菌柄，還有的通常有菌蓋的種類却又變成爲珊瑚菌 *Clavaria* sp. 狀。又如糞田鬼傘生長在黑暗中，它的菌柄長度可以達到 2—3 英尺。光是形成菌蓋的必要條件，僅在光中暴露一小時，甚至隨即再把它們放回暗室中去，也足能產生菌蓋。再如，把美麗香菇繼續放在黑暗中生活，則永不能形成菌蓋(Buller, 1905)，可見光對於它的菌蓋的形成，也是必要的。其子實體若生長在微弱的光綫中，則發育成爲畸形，雖然它的菌柄在起初是正向光性的，但到開始形成菌蓋時則失去了對於光綫的反應。蜜環蕈的菌絲體在某種培養基中，保持散光狀態，在 18—22°C 的條件下，經過 3—4 個月才能產生子實體(Reitsma, 1932)。

5. 營養的影響 蘑菇是由地下菌絲體通過菌絲滲透的方式吸取養料的，因此，它們僅能吸收和消化溶液狀態的養料。這種養料的濃度對於子實體的生長發育有着直接的關係。

此外，如養料的種類、成分等對子實體的形成也有很大的影響，例如，在培養洋蘑菇的時候，若不用廐肥而僅用其他含有氮鹽的無機肥料所作成的堆肥，則時常不能產生很多的子實體。但如在這種堆肥中摻入一半廐肥，則其子實體產量就不亞於完全用廐肥所作成的堆肥效果了。而且洋蘑菇在生長發育中還需要某些種類的礦物鹽，就現已了解到的來講，缺乏磷的影響較缺乏鎂、硫或鉀爲大。可溶性鈣在堆肥裏面也有相當大的功能。其碳水化合物的主要來源是醣、澱粉、纖維素、半纖維素和木素，其中可能以纖維素及木素的功能最大。氮的主要來源是廐肥中所含的許多有機氮的化合物。

此外，某些種類蘑菇也需要一定種類的維生素，如裂褶菌及紫晶蘑都需要維生素 B_1，且兩性的單倍體菌絲體都有同樣的需要(Robbins, Schopfer 及 Blumer, 1940)。

6. 氧氣及二氧化碳的影響 蘑菇爲好氣性眞菌，它們在進行呼吸作用時需要氧氣。但不同種類的蘑菇對於氧氣的需要量也是不同的，有的種類需氧量大，有的種類則需氧量小。此外，在培養

洋蘑菇的菌室中的空氣內若含有 1% 的二氧化碳時，則其子實體的發育就不容易了。

八、蘑菇對生長處所的適應性

蘑菇對於生長處所有一定的適應性，例如，由於種類的不同，有的生長在土壤上，有的生長在草地及牧場上，有的生長在樹木上或森林中，也有少數種類專門寄生在其他蘑菇的子實體上。但無論生長在什麽地方，它們的子實層都有明顯的正向地性，這就有利於它們孢子的傳播。由於它們有頑强的正向地性，當其子實體位置發生人爲的變動時，則它們仍能轉回原狀，使子實層向着地心。布勒曾用褶蓋鬼傘[*Coprinus plicatilis* (Curt.) Fr.]做過實驗：把它的子實體擺成水平方向，經過 18 小時以後，其菌蓋仍轉動過來，使菌褶面向地心(圖 75)。

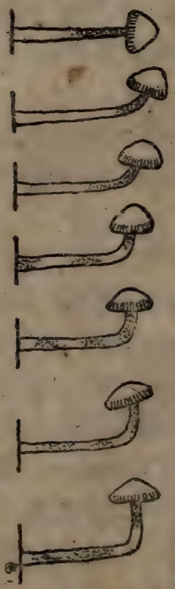


圖 75. 褶蓋鬼傘子實層的正向地性。(從 Buller)

現將適於生長在各個處所的某些種類蘑菇列舉如下：

(一)土生的種類

生長在土壤上的種類很多，它們對於一定性質的土壤也隨種類的不同而有不同的適應性。例如，有的種類適於生長在砂質土及花崗岩質土壤上，有的種類適於生長在石灰質土壤上，有的種類適於生長在粘質土壤上，也有的種類適應的範圍較大，可以生長在一種以上的土壤上或其他基物上。

1. 適於生長在砂質及花崗岩質土壤上的種類，如毒鵝膏、橙黃鵝膏、高脚小傘菌 [*Lepiota procera* (Fr. ex Scop.) Quél.]、片蘑 [*Lepiota excoriata* (Fr. ex Schaeff.) Quél.]、鱗皮小菌、口蘑屬中的少數種類、鉛色乳菇、香乳菇 [*Lactarius glycyosmus* Fr.]、脆紅菇 [*Russula fragilis* (Pers.) Fr.]、青頭菌 [*Russula virescens* (Schaeff.) Fr.] 以及絲膜屬

中的少數種類(如高絲膜菌 [*Cortinarius elatior* Fr.] 及粘絲膜菌[*Cortinarius collinitus* (Pers.) Fr.])等。

2. 適於生長在石灰質土壤上的種類，如春生鵝膏、假芝麻菌、單生鵝膏、顆粒囊皮菌[*Cystoderma granulosum*(Fr. ex Bats.) Fay.]、口蘑屬中大多數種類、粘乳菇、橙褐乳菇、灰白乳菇 [*Lactarius pallidus* (Pers.) Fr.]、白紅菇 [*Russula delica* Fr.]、赭褶紅菇 [*Russula alutacea* (Pers.) Fr.]、絲膜屬中的某些種、毒杉菌屬及紅褶菇屬(*Entoloma*)中的大多數種類。

3. 適於生長在粘土上的種類，如大鵝膏 [*Amanita spissa* (Fr.) Quél.]、臭小傘菌、苦蘑菇[*Tricholoma acerbum* (Fr. ex Bull.) Quél.]、羊毛白乳菇、污乳菇[*Lactarius fuliginosus* Fr.]、羅米爾紅菇[*Russula romelli* R. Mair.]、腥紅菇[*Russula foetens* (Pers.) Fr.]、土生紅褶菇、絲膜屬及毒杉菌屬中的某些種類。

此外，還有的種類生長處所的範圍較廣，它們可能生長在一種以上的土壤上。也有的種類能生長在地上，同時也能生長在乾草基物上。屬於這一類的，如大孢小傘菌[*Lepiota naucina* (Fr.) Quél.]可能生長在草場上、花園中、籬笆下、土地上以及耕田上；春蘑可以生長在樹林中或土地上；臭草菇可以生長在花園內、土地上或糞堆上；草菇可以生長在草地上或乾草上；洋蘑菇可以生長在田野上、草地上、糞堆上、腐草堆上或鋸屑堆上。因此，對於蘑菇的生長處所不能絕對化或孤立地看待，只是在基本上可以這樣區分。

(二)草地及牧場生的種類

草地及牧場生的種類很多，如鵝膏屬、乳菇屬、紅菇屬、絲膜屬、少數種類的小菌屬 (*Mycena*) 及假金錢屬、聖喬治蘑、假面蘑菇、洋蘑菇、野蘑菇[*Agaricus arvensis* Schaeff.]、大孢小傘菌、片蘑、象牙白陡頭、冠狀牛屎菇 [*Stropharia coronilla* (Fr. ex Bull.) Quél.]、錐形赤山菌以及仙環小皮傘菌等。

(三)木生及森林中生的種類

1. 木生的種類 生長在樹木上的種類有的適應於一定的樹

種，有的適應樹種的範圍較廣。例如，蜜環蕈屬、北風菌屬、香菇屬、革耳屬、鹿皮菇屬（*Pluteus*）、鱗耳屬、火焰菌屬及無環菇屬等內各種可能生長在一定的樹木上或相近似的樹木上。綞柄金錢菌［*Collybia fusipes* (Fr. ex Bull.) Quél.］生在橡樹及山毛櫸上；楊菌生在柳、楊、榆及槐樹上。鱗耳菌生長在各種樹木的死樹樁上。樅火焰菌［*Flammula sapinea* (Fr.) Quél.］生長在松柏類樹木上。粘蘑菇產生在山毛櫸上。楊鱗耳［*Agrocybe cylindracea* (Fr. ex DC.) R. Mair.］生長在楊及柳樹上。豹斑菌生長在柳樹上。蜜環蕈生長在多種樹木的老樹幹、樹樁及枯樹根上。以上的種類絕大部分為腐生，極少部分為兼性寄生。

2. 森林內土地上生的種類 森林中土地上的環境條件十分適於蘑菇的生長，因此，種類也是非常豐富的。例如，絲膜屬、乳菇屬、紅菇屬以及鵝膏屬中的許多種類都適於生長在森林中。還有不少種類的蘑菇生長在森林中的某些樹種的樹根附近的土壤上，可在樹根上形成菌根完成共生作用。例如，根據雷諾爾（Rayner，1927）及其他學者（Melin 及 Lindeberg，1939）的報告，可與某些樹種形成菌根的蘑菇為：與榻［*Fagus silvatica*］成菌根的如疣杯鵝膏、磚紅甜乳菇［*Lactarius subdulcis* (Pers.) Fr.］、粘乳菇、毒紅菇［*Russula emetica* (Schaeff.) Fr.］及黑紅菇等；與歐榛［*Corylus avellana*］成根的如榛乳菇［*Lactarius coryli*］、磚紅甜乳菇、疣杯鵝膏、多態絲膜菌［*Cortinarius multiformis* Fr.］及紫絲膜菌等；與白樺［*Betula alba*］成菌根的如蛤蟆菌、灰鵝膏［*Amanitopsis vaginata* Roze］、毛頭乳菇及紅黃紅菇［*Russula rhodoxantha*］等；與落葉松［*Larix decidua*］成菌根的如蛤蟆菌、落葉松紅菇［*Russula laricina*］及紅乳菇［*Lactarius rufus* (Scop.) Fr.］等；與山楊［*Populus tremulla*］成菌根的如粘絲膜菌；與橡樹［*Quercus robur*］成菌根的如橙黃鵝膏、磚紅甜乳菇及藍黃紅菇等；與軟栗［*Castanea vesca*］成菌根的如疣杯鵝膏、美麗紅菇及大紅菇等；與歐洲赤松［*Pinus silvestris*］成菌根的如梅色蘑菇、白褐蘑菇、覆瓦菇［*Tricholoma imbricatum* Fr.］及松

乳菇等。

(四)其他蘑菇子實體上生的種類

不少種類的蘑菇僅能寄生在其他種類的子實體上，如烟雲陸頭 *Clitocybe nebularis* (Fr. ex Bats.) Quél. 及黃陸頭菌 *Clitocybe clavipes* (Pers.) Fr. 的菌蓋上時常生有羅氏草菇 Volvaria Loveyana (Berk.) Gill.；在黑紅菇及焦炭色紅菇 [*Russula albonigra* (Krom.) Fr. 的菌蓋上時常生有蕈寄生屬中的種類；黑紅菇、焦炭色紅菇及羊毛白乳菇的菌蓋上也時常生有菌核金錢菌。

第五章　野生蘑菇的採集鑑定與保存

在採集野生蘑菇的時候，最應注意的是保持其子實體各部分的完整和固有的特徵，否則將會給以後的鑑定工作帶來一定的困難。

採集出發前，應準備好下列用具：1. 手提籃：長方形，竹製的，容積 8—12 升左右；2. 標本盒：厚紙做成，圓筒狀的，直徑 3 寸，深 5 寸；3. 掘根器：連柄長 1 尺；4. 大型解剖刀：連柄長 8 寸左右；5. 高處採集鏟：新月形的，前端向內成弧形處爲鏟刃，左右橫寬爲 4 寸，上下寬度爲 1.5 寸，下接一長約 5—6 尺的木柄；6. 號牌：用白色硬卡片紙剪成長 3.5 厘米，寬 1.5 厘米並在一端繫以白棉綫套；7. 紗紙：裁成長 8 寸，寬 6 寸，或長 1 尺，寬 8 寸的長方形塊；8. 蠟質紗紙：大小同前；9. 野外記錄册：任何紙本都可以，但上面應印以編號、產地、日期、採集人、天氣、生長處所等項目；10. 鉛筆：遇水濕不退色的；11. 照相機：應能裝備遠近距離的兩種鏡頭；12. 溫度計；13. 手鋸。

一、採　　集

（一）採集場所應注意的事項

春夏秋三季雨水豐多的時期，無論在曠野田地上、荒蕪地方、腐木上、樹上或森林裏都可以找到蘑菇。尤其是在乾燥天氣下的非常潮濕的森林裏、山谷和小河邊沿的草叢中是產生它們最適宜的環境。

當採集生長在土地上的種類時，應該用掘根器仔細地把它從土壤裏掘出來，不要遺留子實體的某些部分在土壤裏。如果採集人有經驗的話，也並不是任何種類都要用掘根器挖掘。例如，紅菇屬(*Russula*)、乳菇屬(*Lactarius*)、口蘑屬(*Tricholoma*)、鬼傘屬(*Coprinus*)、蘑菇屬(*Agaricus*)及卷傘屬(*Paxillus*)中的大部分

種類的菌柄在土壤裏生得並不深，因此，採集人只要用兩個手指仔細地一挖，就可以獲得完整的子實體標本。但鵝膏屬 *Amanita* 中的大多數種類，小傘屬(*Lepiota*)、金錢屬(*Collybia*)、白緣褶菇屬(*Hebeloma*)及絲膜屬(*Cortinarius*)中的某些種類的菌柄在土壤裏生得較深。尤其鵝膏屬中的種類由於它們菌柄的基部具一菌托，且某些種類的菌托通常多生在土壤裏面，因此，如果用手指挖掘，很可能把這屬最重要的特徵——菌托，給遺留在土壤裏；又如，金錢屬中的雞縱，它的菌柄的地下部分可能比地上部分長兩三倍，因此，如果用手指挖掘，就將要把它的地下部分弄斷。有鑒於此，就必須用掘根器將它們從土壤較深處挖出來，這樣才能把它們的全部特徵保存下來。

當採集生長在樹枝或樹葉上的種類時，應該連同它們一部或全部的基物取下來。對於生長在較大的樹枝、樹幹、樹根或木樁上的種類，可以用大型解剖刀把它剔下來，或用手鋸連同一部分木材鋸下來，不要從菌柄基部切下來。在用刀子剔的時候，還應注意它們菌柄生長的深度，例如，生長在樹幹上的綞柄金錢菌 [*Collybia fusipes* (Fr. ex Bull.) Quél.]、構菌[*Collybia velutipes* (Curt.) Fr.]、香菇 [*Lentinus shiitake* (P. Henn.) Sing.] 及豹斑菌 [*Lentinus tigrinus* (Bull.) Fr.]等的菌柄生得很淺，只要用刀子一剔就可以獲得一個完整的子實體，不致損傷它的菌柄。但長柄粘蓋菌[*Mucidula radicata* (Fr. ex Rehl.) Bour.]及蜜環蕈屬(*Armillaria*)中的大多數種類的菌柄在樹幹、樹根或木樁中生得較深，就必須用刀子深深地挖出或連同一部分基物鋸下來。

要想表達出它們生態的時候，可用照相機連同它們的周圍環境一齊攝下影片，或者繪圖並詳加描述。

用手拿取已採下的蘑菇標本時，最重要的是，不可以在菌蓋及菌柄的表面留下指印。因爲在它們的表面有一層很軟弱的外膜，如果留下指印，就損失了子實體固有的特徵，會給以後的攝影工作帶來不利。此外，在用手拿時，若稍不小心，手指也可能碰掉子實體上極重要的部分，例如，易碎的菌環及菌托，因爲這兩部分也是

鑑定時極重要的依據之一。

（二）野外記錄及標本的包裝

在野外採集到標本以後，應立即作出詳細記錄，以便給將來的鑑定做好準備。野外記錄應包括如下內容：

1. 編號 當採集到標本時，首先做編號工作。同種且生在同一處所的標本，都應編成相同的號數，所有的副本（分數通常爲3—6，或再多）也應與正本的編號一致。將編號用鉛筆寫在號牌上，編號前頭也可以加上採集人的姓名(例如：劉 1322)，然後繫在標本上，同時在記錄册內也記好相同的編號。同一種標本如果採集的時間、地點不同時，應當另編一新號。這種編號應連年繼續下去。

2. 產地 產地包括省、縣、鄉及村的名稱的記載。

3. 日期 日期包括年、月及日的記載。

4. 採集人 姓名。

5. 天氣 晴、陰、風及雨等的變化應詳細記錄下來。此外，對當時周圍環境中溫度的測定，在生態學的研究上也有着很大的意義。

6. 生長處所 如果所採到的標本是地上生的種類，就應當記載地勢的高低、山地或田野，土壤的種類(砂質、粘質還是壤土，鈣質土還是矽質土，如果當時不易鑑定，應將土壤標本與蘑菇標本編成同一號數帶回研究)、酸度(回去測定)、潮濕或乾燥以及蘑菇所靠近的其他高等植物的名稱。如果是腐生的種類，應記載基物的名稱。如果是木生的種類，應記載樹木的名稱與生長的部位。如果是生長在森林中的種類，則應記載森林的種類：針葉林、闊葉林還是混交林，並應將樹木的名稱或標本所靠近的樹種同時記錄下來。

將採到的標本加以記錄後，就給它們繫上號牌，然後放在容器(標本盒或手提籃)裏。如果所採到的標本是比較堅韌且不太長的時候，就可以先用紗紙(若標本表面粘滑時，就應用蜡質紗紙)包起來，然後再放在容器裏。但當採到形體較小的、柔弱且易碎的種類時，就必須先將一塊紗紙做成漏斗狀，再把標本菌柄向下地放在裏

面，兩端用手撑起來，最後再放在標本盒裏。這樣包裝的方法可以保持菌蓋、菌柄(及其表面的各種附屬物)、菌環及菌托等部分的某些細微的特徵。不同種的標本不應當放在一起。

二、室內的工作

(一)標本的整理

標本採集回來以後，最好立即帶到工作室內加以鑑定。如果時間來不及，標本在盒裏也可以保存到第二天早晨，並沒有什麽損害。但這不能一概而論，乃依不同的種類和特性為轉移，例如，鬼傘屬中形體較大的種類，尤其是它們的菌蓋極易潮解，因此，就不宜於保存到第二天早晨，必須及時進行研究後用藥品浸製保存起來。還有些種類，尤其是在溫暖的天氣中，子實體內部時常充滿某些昆蟲的幼蟲。例如，洋蘑菇[*Agaricus campester* (L.) Fr.]的子實體內就極容易充滿菌蠅[*Porenoe* spp.]的幼蟲(蛆)，這種害蟲在幾小時以內就能把子實體內部完全毀壞。因此，這一類的蘑菇標本也應當及時進行研究後浸製起來。

在整理標本時，室內應準備好一張大桌子，桌面上鋪以白紙，把所採到的全部標本都放在上面，並按不同特徵先加以初步地分類。不同種類不要放在一起，即使是同種而在不同產地和生長處所內所採到的，也不必放在一起。放的時候，應使菌褶面向上，以防生在其上的孢子脫落在白紙上。標本上若帶有過多的泥土，也應小心地清理一下，但粘在上面的小樹枝、樹葉、木屑或昆蟲尸體等物應當保留。

(二)攝影

將標本初步加以整理以後，如果需要，就應立即進行攝影。攝影時，必須把它們固有的特徵表達出來。因此就要把子實體的外形、縱切面及菌褶等部分分別攝下來。攝影時也應選擇對它們最適宜的背景，否則會使人看不清楚。如果標本是白色的，就應當選用黑烏光紙作背景。如果標本是其他顏色的，就應當選用白紙(不反光的)作背景。被攝影的標本應當選用最標準的，而且盡可能使

它們處於自然狀態，然後整齊地擺在背景的前面或固定在背景上面。擺的時候，各個標本之間的距離不要太密，也不要太稀。如果在標本後面需要加任何支持物的時候，應將支持物隱藏在後面，不要從前面看出來。所攝在像片上的標本，最好是自然大的，如果比原實物小時，應注明縮小幾倍。標本的個別部位(如菌蓋表面或菌髓的內部構造)需要放大時，應製成切片在顯微鏡下攝影或繪圖。

(三)孢子印的獲得

為了了解各種不同蘑菇所產生的孢子的正確顏色，應當使它們的孢子脫落在紙上(白色的孢子可脫落在黑烏光紙上，其他顏色的孢子可脫落在白紙上)。孢子印的顏色常有助於鑑定工作，用觀察孢子印的方法鑑別孢子的顏色較之只靠觀察菌褶的顏色可靠得多。因為在不少的種類中，子實層上具有帶顏色的隔胞，因而可能混淆了孢子的正確顏色。獲得孢子印的方法很簡單：先將成熟且完整的菌蓋從菌柄頂端切下，

圖 76. 獲得孢子印的裝置

圖 77. 蘑菇的孢子印

然後使菌褶面向下，將菌蓋的中央插在一個鐵絲架子上(圖 76)。將這安裝好了的鐵絲架子放在預先塗有一層阿拉伯膠(膠與水的比例是15:85)或雞蛋白的紙上，最後用一個玻璃鐘罩叩好，以免空氣的流動吹散孢子。這樣安置好以後，經過 4—6 小時(至多 12 小時)，菌褶表面的大部分孢子就可以脫落在紙上了，從而就獲得了一張美麗的、與菌褶形狀排列得一致的孢子印(圖 77)。所

獲得的孢子印可與同一種標本放在一起，或在同一編號之下分放。

(四)鑑定

鑑定是一件複雜且比較困難的工作，最低限度也應具有相當的眞菌學基礎。鑑定時，應把每一種標本都進行一次較爲詳盡地研究，先把屬名定出(屬的鑑定所依據的標準可參考第三章)，然後再定種名，並應把子實體的全部特徵都記在記錄册上。鑑定種名時應根據下列的詳細內容：

1. 子實體 應注意它的高度是多少厘米，單生、叢生或成簇，有柄或無柄以及無柄時的排列方式；地上生或木上生；寄生或腐生；質地木質、肉質、柔韌、易碎或革質；破裂或切開後有沒有乳汁流出，若有乳汁，應注意它是什麼顏色以及暴露在空氣中是不是變色，氣味怎樣等；乾燥後遇水濕時能不能再回復原狀。

2. 菌蓋 應注意它的表面乾燥、濕潤或多水，粘滑或膠質；顏色以及幼小與老熟時有無不同，中央與邊緣有無不同；表面平滑還是有附屬物以及它們的種類、形狀、排列方式，與角質層離生或易於脫落；表面有沒有由中央向四周放射的條紋以及它們的深淺、稀密、顏色等；直徑是多少厘米；肉質、膜質或革質，柔軟還是易碎；形狀是什麼樣的，邊緣在幼小時的形狀以及與老熟時有什麼不同；老熟後是不是潮解性的。

3. 菌褶 應注意它們在幼小、老熟以及破裂後的顏色，質地怎樣；邊緣銳利、鈍圓或沿邊緣縱裂，平滑或有鋸齒；由中央向四周放射的形式是怎樣的，與菌柄相着生的關係是怎樣的；幅的寬度是多少毫米，它們彼此間的距離大還是小；老熟後是不是易於濕解。

4. 孢子 應注意孢子印的顏色以及孢子在顯微鏡下的顏色；它們的形狀以及表面平滑或有小疣、小棘、網紋、縱溝等；它們遇碘後是不是變成藍色；它們的長寬各是多少微米。

5. 隔胞 注意在子實層上有沒有隔胞，若有時應觀察它們的顏色、形狀及大小。

6. 菌柄 應注意它們的着生位置，是中央生、偏生、側生還是缺如；形狀是圓筒狀、較扁的、扭曲的、基部呈鱗莖狀還是漸狹的；

中空還是中實的，幼小時與老熟時有什麽不同；表面乾燥或粘滑，有沒有附屬物（以及它們的分布情況）、網紋、溝紋或斑點等；上中下三部的顏色是不是一致；是不是容易在菌蓋處破離；質地怎樣；高度與直徑各是多少厘米；單生還是基部相連。

7. 菌幕 菌幕可以分爲外菌幕及內菌幕，應注意它們的有無、顏色及形狀等。

8. 菌環 應注意它的有無，如果有則應觀察是單環還是雙環；與菌柄周圍呈垂直還是下垂；易碎的、永存的、活動的、不動的還是粘着的；着生在菌柄的上、中、下的那一部分；顏色是怎樣的。

9. 菌托 應注意有沒有菌托的存在，如果有，永存還是易於消失；形狀怎樣；開裂的方式；顏色以及表面有沒有附屬物；地下生還是地上生。

有了以上的詳細研究和記載，採集人如果當時有可供參考用的專門書籍，則不難鑑定出它們的正確種名。

三、標本的保存

標本經過初步地研究以後，就應當把它們保存起來，保存的方法很多，不過一般通用的包括乾製及浸製兩種方法，現分別敍述如下：

（一）乾製法

凡是不易腐敗、潮解或有害蟲寄生的種類，都可以應用乾製法。

1. 乾燥法 某些種類的子實體，在乾燥以後如果再遇到水濕時，還可以回復原狀則適用於這種方法。

應用這種方法對於形體較小的種類，如果天氣乾燥時，標本放在窗口通風處，一兩天就可以完全乾燥了。形體較大的種類，需要在陽光下曬乾，或用電烤箱、火爐等烤乾。在電烤箱內烤時，將烤箱內的溫度調節到 30—40°C 時較爲合適，溫度過高時標本由於變脆而容易破碎。利用火爐烤的時候，最好用口徑較大的，將標本放置在一尺見方或直徑一尺半、深二寸左右的鐵絲紗製成的容

器內。懸掛在距火爐口約一尺左右的地方，事先把火爐口用雙層或三層的鐵絲紗蓋好，以免標本被火焰的直射而烤焦。火爐上面的溫度也以三四十度為最好，溫度的調節也很簡單，只要調整一下鐵絲紗容器與火爐口之間的距離就行了。溫度高時可以使中間距離大一些，溫度低時可以使中間距離小一些。要注意的是在烤的過程中，應時常翻動一下鐵絲紗容器內的標本，以免中央處的標本已經乾燥，而在邊緣處的標本還沒有完全乾燥。無論在什麼地方烤，不受時間限制，以完全乾燥為目的。這樣處理過的標本，放入標本匣內，在標本匣的玻璃面下放上標簽，然後連匣放於標本櫃中，就可以永久貯藏不壞。

2. 壓製法 對於體形較大或肉質較厚的新鮮標本，先通過菌蓋和菌柄縱切為兩半（對於形體甚小或菌蓋呈膜質且菌柄十分纖弱的標本，可以整個地壓起來），這樣切的結果就獲得了子實體的縱切面與側表面。前者可以表示出菌褶與菌柄相着生的關係以及這兩部分的特徵，後者可以表示出標本的外形及輪廓。表示菌褶與菌柄相着生的關係時，應從切面處向內再縱切成一厘米厚的切片（體形小的標本可以切得一些）；表示外形及輪廓時，應將菌蓋及菌柄的內部挖空，只留下外表的角質層。將切好了的切片放置在預先塗有阿拉伯膠或雞蛋白但已乾燥了的紙上（因標本內含有大量水分，所以可以粘在紙上），然後在上面蓋上吸水紙，夾在植物標本夾子裏，每天掉換二三次吸水紙，以免乾燥得較慢或生霉，這樣繼續到標本完全乾燥為止。用這種方法製成的標本，在乾燥後不致卷縮或變形。當切片標本完全乾燥以後，就可以用剪刀將標本周圍的紙剪掉（因原來的紙由於塗有阿拉伯膠或雞蛋白而不清潔），然後再用阿拉伯膠粘在植物標本用的台紙上（圖 78）。

圖 78. 蘑菇（晶粒鬼傘）的蠟葉標本

標本的顏色是白色的，應粘在黑烏光紙上然後再粘在台紙上，其他顏色的標本可直接粘在白台紙上。

用以上兩種方法所製成的標本，存放在標本匣裏或櫃子裏的同時放入一些樟腦粉或萘以防生蟲。預防生霉時，可用 1% 的氯化汞酒精溶液以噴霧器噴射在標本上。此外，標本室內應當通風並且保持乾燥。如果在標本保存過程中發現害蟲，則用硫磺薰蒸，每一千立方公尺的空間用硫磺 8 斤。

(二)浸製法

某些不適於應用乾製法保存的種類，就必須應用浸製法，這種方法的優點是適於任何種類蘑菇標本的保存，而且在處理時不用花費太多的時間。浸製標本時所用的藥品及浸液配製的百分比，依標本的性質及顏色而不同。對於白色、微黃、淡褐以及淺灰色的標本，所用的浸液爲甲醛溶液，10 毫升；硫酸鋅，25 克；蒸餾水：1,000 毫升。對於其他顏色的標本，依它們的色素是不是溶解於水，而又有不同的浸液。色素不溶解於水的標本的浸液爲醋酸汞，10 克；冰醋酸，5 毫升；蒸餾水，1,000 毫升。色素溶解於水的標本的浸液爲醋酸汞，1 克；中性醋酸鉛，10 克；冰醋酸，10 毫升；90% 的酒精，1,000 毫升。

標本製成以後，如果採集人已經鑑定出它的正確學名，就應把它寫在標籤上（標籤上應包括：編號、科學、學名、中名、產地、採集人姓名及年、月、日等項目）。然後將標籤放入標本匣內、粘在標本瓶上或台紙上。萬一採集人當時還不能鑑定出它的正確的學名，也應把標籤塡好以便將來作進一步的研究和鑑定。

第六章　食用蘑菇的栽培

一、我國古代有關食用蘑菇栽培的記載

我國古代關於食用蘑菇的栽培到底是在什麼時候開始的，現在還不易考證出來。不過在明李時珍本草綱目（公元 1578 年）內引證了唐甄權（公元？—643 年）有關食用蘑菇栽培的記載："……煮粥安諸木上，以草復之，即生蕈爾。"這種被記載在書中的簡單的栽菌方法，當然是由實際工作經驗中總結出來的。因此我們有理由認為，我國古代人工栽菌的開始時期一定比這種記載還要早得多。這個記載雖然非常簡單，但是可以證明至少在距今一千三百多年以前的唐朝，我國就已經開始用人工來栽菌了。元王禎農書（公元 1313 年）內引證了四時類要內所記載的食用蘑菇栽培方法，敍述得十分詳細："三月種菌子，取爛楮木及葉於地埋之，常以泔澆灌之，三兩日即生。"又法："畦中下爛糞，取楮木長六七寸，截斷碎碎，如種菜法，勻佈土蓋，日澆潤之，令長潤……"這是我國古代記載得最具體的構菌的栽培方法，這種方法與近代的木段及鋸屑栽培食用蘑菇的意義十分相同。構菌現今的引種時期是十一月以後或三四月間，因其適合較低的溫度，這一點也符合於以上的記載，直到今天，在日本仍然用這種方法引種。

農書卷八，百谷譜四，蔬屬內記載有極為詳盡的香菰栽培方法："……取向陰地，擇其所宜木（楓、楮、栲等樹）伐倒，用斧碎砍成坎，以土覆壓之。經年樹朽，以蕈砍剉，勻佈坎內，以蒿葉及土覆之。時用泔澆灌，越數時則以槌擊樹，謂之驚蕈。雨露之餘，天氣蒸暖，則蕈生矣……采訖，遺種在內，來歲仍復發……"由這一大段的詳盡記載可以推知，當時的人民在山間栽培食菌，已經非常普遍了。

廣菌譜內記載有"蘑菇蕈"的栽培方法："蘑菇蕈出山東、淮北

間，堆桑、楮木於土中，澆以米泔，待菰生採之。”

清蔣廷錫等古今圖書集成（公元 1726 年）草木典內引證了野蔌品中的食用蘑菇的一段方法：“用朽桑木、樟木、楠木截成一尺長段，臘月掃爛葉，擇肥陰地和木堆於深畦，如種菜法。春月用米泔水澆灌，不時菌出。逐日灌以三次即大如拳……”。

清楊鞏農學合編內談到湖南著名的麻菌栽培方法：“麻菌，湖南瀏陽縣土產也……於春夏刈麻後，將剝下之外皮及其梗層積土面，令其上常蔭，使以腐爛。常以米泔水潑之，不令乾，至七月便生菌，可煮食……”。

我國現今栽培香菰的主要地區爲安徽、浙江、福建、江西、四川、貴州及廣西等省。就以浙江的龍泉、慶元及景寧三縣來說，當地農民栽培香菰這種副業，據說已有六七百年的歷史。

以上是我國古籍中所記載的有關食用蘑菇栽培方面的片斷材料，就以這些片斷材料來與西歐各國食用蘑菇開始的時期比較一下的話，則還比它們要早得多。西歐各國最早栽培洋蘑菇的國家是法國；在路易十四世（公元 1643—1715 年）的時代，在巴黎附近開始栽培。關於洋蘑菇栽培方法與技術的報告，是杜爾奈福特（Tournefort）在 1707 年所發表的。根據我國古籍中的記載，可知我國最遲在距今一千三百多年以前的唐朝就早已經有人把栽培食用蘑菇的方法記載下來了，但實際上開始的眞正時期一定比有記載時期要早得多。就算我國是從唐朝才開始的，也還比世界上其他國家中栽培洋蘑菇最早的法國大約早了一千年之久。

二、現代食用蘑菇的栽培技術

現代所栽培的食用蘑菇的種類很多，草菇、洋蘑菇、構菌、北風菌及香菰等。其中香菰在我國栽培面積雖廣，產量雖大，但多在長江流域的山林地帶，在其他地帶並不普遍，從下種到出菇的間隔很長，而且要栽培面積大才合適，掌握起來比較困難。草菇雖栽培在我國氣候比較炎熱的地帶，如廣東、廣西以及江西和福建的南部，但無論面積大小都可以栽培，而且比較容易掌握。洋蘑菇栽培方

面的優越性更大，因爲它是室內栽培的，所以無論我國南北各地都可以栽培，從下種到出菇的間隔較短，而且生產期可長達四五個月之久。因草菇與洋蘑菇有以上這些栽培方面的優越性，所以這裏只介紹一下草菇與洋蘑菇的栽培方法：

(一)草菇的栽培方法

1. 草菇生長發育所需要的環境條件

(1)溫度　草菇因原產熱帶及亞熱帶地區，所以在它的生長發育過程當中需要比較高的溫度，通常夏秋兩季在廣東及廣西以及上海的夏季可以在場地上栽培。其生長發育所需要的溫度一般在25—34°C之間，而在最熱的時期也就是草菇生產最盛的時期。栽培草菇的稻草堆內的溫度需要32—43°C，最適溫度爲38°C。如果稻草堆內溫度降至24°C以下就會停止生長。

(2)濕度　草菇的生長發育對於較高的濕度也是極其需要的，在多雨而潮濕的季節，再配合以高溫，草菇就能很快地生長和發育，而且所產生的子實體多而肥大。空氣中的最適宜的相對濕度爲90%以上，80%左右的相對濕度是最低的要求。稻草堆內的水分對草菇的發育也是極爲重要的，過濕或過乾都是不合適的，通常以堆內含水量100%最爲適當。

2. 草菇的栽培　草菇一般的栽培方法可分爲以下幾個步驟。

(1)栽培材料的選擇與處理　稻草可用去年收穫下來的乾燥呈金黃色且沒有經過雨淋日晒以致發霉的，或本年早稻所產的稻草，及任何其他禾本草稈都可以應用。草菇種可用去年或上半年曾經栽培過草菇的、腐熟的、帶有孢子的稻草或其他禾草。

材料準備好了以後，就開始浸水，浸水的方法是：先把稻草或其他禾草捆成束，每束約重1.75斤，然後把草束在水中浸一晝夜取出，這樣就可以使稻草獲得充分的水分並開始發酵。

(2)堆草和下種　堆草以前先把準備堆草的場所做成六尺長(也可按草稈的多少任意加長)、三尺寬(或與草稈的長度相等)、五寸高的高畦(圖79)。然後再把已經浸漬好了的草稈束梢端向內，基部向外地相互交錯橫排起來成爲高四、五寸的一層；堆好一層後

隨即澆水並用脚踏實，然後在這層草的四周邊緣向內約一寸的地方將草菇種（每一標準堆需草菇種 18 斤*）撒上，這就是下種。下種後再堆第二層（以後向上一層比一層小），仍照堆第一層時一樣地澆水、踏實並下種。照這樣一層一層地堆疊，直到堆至二尺左右的高度為止，在最末一層草稈的表面上就可以滿佈一層草菇種了。應當注意的是在堆疊草稈的時候，中間可能比較下凹，四周可能凸起些，這就應該用草稈將中間下凹處填平，使成一平面。最後還應當用厚約三寸的浸濕的亂草將草堆（菌床）的上表面及四周蓋起來（圖 80），以防止水分的過量蒸發，可以保持菌絲的正常發育。

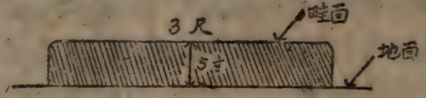


圖 79. 草菇高畦的橫切面觀

按照以上方法堆疊好了的草堆經過三天以後，把表面及四周的覆草去掉，澆上適度的水（通常每一標準堆澆約 150 斤），踏實一次後把覆草蓋上。三天之後，把覆草去掉，澆上一次適度的水，然後把覆草蓋好。以後就可以每天用溫度計試驗草堆內的溫度了，最初時的溫度應該是 58—59°C，如果溫度不够，可能是草稈堆得較鬆，這時就應當再踏實一次。當溫度逐漸下降到 43、38°C 且最後下降到 30—33°C 的時候，就可以產生草菇了。

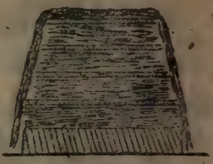


圖 80. 草堆的堆疊情況

(3) 生長發育期間的管理　草菇生長期間的管理比較簡單，下種以後只要時常去檢查草堆中的含水量就可以了，檢查的方法很簡單，從草堆中抽出幾根草稈，用手將它們擰在一起，以浸出水來而不滴下為最適宜，如果不浸出水來就是太乾，如果滴下水來就是太濕。太乾時可澆上些水，每天早晚可澆水一次，但也應視天氣陰晴而定，澆水時最好用微溫的水，否則就在中午水溫較高時澆，這樣不致使草堆中的溫度發生急劇地變化而影響草菇的發育。

3. 草菇的產生和收穫　下種以後，如果各方面的條件都適宜，

* 一標準堆的草稈重約 280—300 斤。

則在二十天到一個月的光景，草堆就開始下陷，這證明草稈的發酵成功以及菌絲體的發育已經完成。這時在草堆的四周就出現了白色的菌絲體和小白點(將來發育成菌蕾)，而且還可能同時產生出小菌屬的蘑菇，這都是即將產生草菇的預兆。再經過七八天以後，草菇就可以大量地產生出來，草菇通常先從草堆的下側方逐漸向外產生。從下種到大量產生，大約要經過四十到四十五天，以後就可以繼續收穫，通常盛產期約爲十五天左右。一個標準堆大約可以產生鮮草菇一百二十斤左右。在盛產期的十五天以內，可以分三期收穫，每一期爲四天，每四天與四天中間隔一天不採收。採收的標準以菌蕾時期爲最適當，因爲這時期的菌肉最細嫩。

4. 草菇的留種 草菇有兩種留種的方法，一種是用十分成熟的子實體，把它的菌柄切掉，在陽光下晒乾以後，包在布袋裏，懸掛在通風的地方，到下種時把它們浸在水裏，製成濃紅茶色的孢子水，把這種孢子水洒在草堆上當做草菇種。這種留種的方法有一定的缺點，就是孢子在貯藏時期，極容易失去萌發能力。另一種是把生產過草菇的草堆下層腐熟的草稈取出，放在背陰的地方晾乾，但不要過乾，應使其多少保持一定的濕度，然後把它們堆疊好，表面用草稈覆蓋起來，到下次或來年栽培時期，就可以應用它們當做草菇種來下種了。

(二)洋蘑菇的栽培方法

1. 洋蘑菇生長發育所需要的環境條件 洋蘑菇生長發育所需要的環境條件極其複雜，其中尤以溫度及濕度爲極其重要的條件。洋蘑菇的生長發育可以分爲兩個階段，一爲菌絲體(營養體)的生長發育；一爲子實體(繁殖體)的生長發育。這兩個階段的關係是十分密切的，菌絲體的發育不完成，就不能進入子實體的發育階段。這兩個階段在發育過程中，所需要的環境條件是彼此不相同的。玆分別敍述如下：

(1)菌絲體生長發育所需要的環境條件

a. 溫度：溫度對於菌絲體生長發育的影響很大，其生長發育所需要的最低溫度爲 2°C，最適溫度爲 25°C（一般 22—27°C 之間

都可以），最高溫度爲 32°C。如果溫度掌握得好，通常 3—4 個星期菌絲體就可以發育得很好了。

b.濕度：堆肥內含水量對於菌絲體生長發育也有很大的影響，通常含水量在 100% 以下的時候，菌絲體的生長就不再進行。如果含水量超過 200% 的時候，發育也就受了影響。通常以堆肥內含水量 160% 爲最適宜。試驗堆肥內含水量的方法很簡單，就是用手抓一把肥料，用力緊握時僅在指縫間略滲出水但不滴下，就是最合適的含水量。如果在指縫間沒有水滲出，就是過乾；有水滴下，就是過濕。

此外，在堆肥上面還覆蓋有 1 寸左右的土，叫做覆土。這種覆土內的含水量，通常以 120% 左右爲最適宜。試驗覆土內含水量的方法也很簡單，就是用兩手指（大姆指和食指）揑起一些土，用力壓，被壓的土如果僅粘在一起成一小餅塊而不粘手指，就證明含水量最適宜；如果被揑壓的土粉碎時，就是太乾；粘手指時，就是太濕。

c.營養：菌絲體的營養物質以碳水化合物爲主，它們的主要來源是馬糞。其中以纖維素及木素的功用最大。氮的來源主要也是堆肥中所含的多種有機氮的化合物，硝酸銨也可以當做肥料。此外，菌絲體在生長發育中還需要磷、硫、鎂及鉀等礦物質。可溶性鈣在堆肥裏面也具有相當大的功用。

d.酸鹼度：特別是覆土內的酸鹼度對於菌絲體的生長發育有很大的影響，所以在覆土前應當先測定一下它的酸鹼度。菌絲體能適應的酸鹼度範圍很廣，通常在 pH. 3.4—9 之間都能生長發育，但是最適宜於它的酸鹼度是 pH. 6.5—7.5 之間。通常在過酸時可淋上一些石灰水。

(2)子實體生長發育所需要的環境條件

a.溫度：子實體生長發育所需要的室溫通常較菌絲體所需要的溫度爲低，一般說來，在 6—22°C 之間都可以產生子實體，但較適宜的溫度爲 12—16°C 之間，尤以 15.5°C 爲最適宜。

b.濕度：菌室內空氣中的相對濕度在 70—80% 之間，都可以產生子實體。

c. 二氧化碳：菌室內二氧化碳的來源是堆肥，如果空氣中含有5%以上的二氧化碳時，就可以使子實體死亡；當含有3%的二氧化碳時，子實體就不能繼續生長；含有1%的二氧化碳時，子實體的產生就成問題。

此外，菌室內的空氣如不流通時，也可以促成霉菌的發生，因此菌室內的通風設備是很必要的。

d. 營養：對子實體生長發育一般栽菌人認爲以馬糞爲最好，實際上羊糞、牛糞和猪糞也都可以應用，根據蘇聯 M. A. 巴諾夫的研究*，可知用羊糞栽出來的子實體內含有更多的有機物和氮。

e. 覆土：在菌絲體發育良好的菌床內的堆肥上面，必須蓋上一層1寸厚的土壤，覆土後可以產生大量的子實體。覆土以中性壤土爲最好，沙土不適宜，過酸過鹼都不適宜，pH. 7—8 之間。

2. 下種前的準備工作

(1)堆肥 子實體生長發育得好壞，與肥料有直接的關係，因此對於肥料的選擇不能不加以考慮。肥料對於洋蘑菇有兩種作用，一爲使菌絲體及子實體的發育有充分的營養；一爲使菌絲體獲得相當的溫度，得以生長和發育。可供栽種洋蘑菇用的肥料種類很多，如馬糞、牛糞、羊糞、猪糞、落葉、鋸屑、稻麥稈以及化學肥料等都可應用當做堆肥。玆將以馬糞爲主再配合其他肥料的堆肥方法分別敍述如下：

a. 馬糞：以新鮮馬糞爲主要堆肥材料，最好選用吃乾草且健壯的馬所排出的馬糞，馬糞的色澤以灰黑色爲最好。堆肥時，先將馬糞運至堆肥場地，用器具將其搓碎，再加上一些稻稈或麥稈，馬糞與稻麥稈的比例爲 80:20，稻麥稈最多不要超過 50%。

b. 稻麥稈：稻麥稈可以增加堆肥內的溫度，而且促進菌絲體的蔓延。堆肥時，先用鍘刀將稻麥稈切成1寸長的段，然後一層稻麥稈一層馬糞地堆疊起來，用脚踏實，最下一層是稻麥稈。堆肥的目的是爲了使肥料發酵，發酵作用最少可具有以下四種好處：(a)使肥料內的有機物分解，便於菌絲體的吸收；(b)使肥料內霉菌的生

* М. А. Панов: Шампиньоны. 1950, 14 頁。

活力減弱；(c)發酵過的肥料不再發生高熱，以利菌絲體的生長發育；(d)使肥料充分混合，變軟且易於裝入菌床。

堆肥時，要澆以適度的水分，就是每堆一層後澆上一些水，用脚踏實，再堆上一層，通常堆到4—5尺高較爲合適。堆肥的形狀最好是長平方形，堆時也不要過分結實，否則就將延長發酵時間。

c. 化學肥料：在堆肥快要成熟或遇到營養不足的時候，必須加入一些化學肥料，以補肥料的不足。在堆肥中如果加入少許的化學肥料，還能够增加蘑菇的產量。現今一般所使用的化學肥料是過磷酸鈣或熟石膏粉，這兩種化學肥料能達到中和堆肥的要求，並且還可以助長菌絲體的發育。

以上所提到的各種肥料，成爲栽培洋蘑菇重要的肥料是以馬糞爲主，其他則都是當做輔助品。落葉與鋸屑雖然有單獨施用的可能性，但效果不好。

(2)堆肥場所及標準　堆肥時需要一塊場地，場地最好靠近菌室易於照顧，下雨時應當遮蓋起來，如在不漏雨水的涼棚下或室內也是比較理想的。地面應注意清潔，不能使煤渣、汚物及汚水等混入肥料，因爲汚物及汚水等內都可能附生着有害的菌類，能使良好的肥料變質，妨害蘑菇的生長。

堆肥時，每100平方市尺的場地面積，所需要的數量爲新鮮馬糞4000公斤，稻草或麥草1600公斤，生或熟石膏粉60—80公斤，過磷酸鈣40—60公斤，井水適量。

肥堆好以後，春秋兩季僅經三四天，冬季則經七八天左右（或一般8—10天），就能起發酵作用，放出氨臭氣味，這時堆內溫度常上昇到60—65.5°C左右，其中水分如果不足，就能使馬糞焦枯，結果使發酵時期延長，因此應當用鐵鏟翻堆並打碎。翻肥的時候，使下面的肥料翻到上面，上面的肥料翻到下面，外面的肥料翻向裏面；裏面的肥料翻到外面。如果過分乾燥，就應澆以含鐵質較少的清水，以增加濕潤又能使發散出來的游離的氨被水溶解後仍回到肥料中。但澆水量不可過度，萬一過度，可加入少許乾燥的壤土或水苔。以後每隔一星期進行翻肥一次，第四次翻肥時就把已經準

備好了的化學肥料加入，到第五次翻肥時，糞的顏色已經變成灰褐，柔潤而臭味消失，這時用手把肥料緊握，在指縫間略滲出水跡，就可以把糞準備搬進菌室，鋪置在菌床中。

(3)栽培蘑菇的場所　通常以室內爲主，如地下室、頂樓、寢房的其它小室、溫室、舊防空洞、山洞、礦穴、菜窖等任何室內都可以用來做栽培蘑菇的菌室。但無論什麼場所，都應當具備以下幾個條件：(a)能够保持溫濕度；(b)能使空氣流通；(c)不能透入光綫；(d)沒有害蟲、老鼠等的潛伏；(e)封閉嚴密。

但大規模栽培的時候應當有專門的菌室，菌室的大小可以根據實際需要，一般每個菌室的面積約爲二千平方市尺掘地五六尺深，再行建築，或也可以完全建築在地面上。菌室的兩端都要開門，門以上的牆壁上面應開有小窗，門的下方兩側各開小窗二個，窗的大小約爲一尺半左右見方，且菌室頂端也應開有天窗或裝換氣管。換氣管的大小應依菌室的大小爲轉移，較小的菌室用一直徑五寸的鐵皮管就可以了，換氣管的下端最好距地面二三尺。菌室的形狀，與普通的房屋或溫室基本相似，僅內部結構不同。牆壁及屋頂若是木質的，最好是雙層，中間填放以約五寸厚的鋸屑，這樣可以保持室溫。其他磚牆、石牆及土牆都可以，但缺點是不耐潮濕。屋頂應做成兩個斜面，好使水滴沿牆壁流下，以免直接落下來傷害菌體。地板最好用水泥或磚石鋪成。菌室頂的外面用木、瓦、稻草或茅草都可以。

菌室內部設上成層的木架，在其上放置活動的菌床，層的數目應根據室內的空間大小及需要而定，一般距離約爲 22—24 寸，最下面的一層菌床至少要離地面 6—10 寸，以便空氣流通易於發酵。室內工作的走道一般 24—30 寸。菌床的行數兩行、三行都可以，兩行時菌床的寬度約三尺五寸，能容一人工作就可以，在中間留一條走道。如果菌床再寬一人手就够不到，這樣可以除中間留的一條走道以外在兩旁各留一條。如設有三行菌床，則留兩條走道，中行菌床較寬，可給兩人能在兩面工作，兩旁菌床較窄，一人可以自由工作。菌床的深度通度一至一尺半。長度隨菌室而不同。

小規模栽培時，菌床可以利用木箱，深 8—10 寸，長寬不限，以工作方便為主。在山洞、礦穴、舊防空洞栽菌時可以採用畦式，堆肥在地面堆起好像菜畦，畦的橫切面使成半圓形，它的半徑約一尺半，每兩畦中間空出一條寬約一尺的走道。

(4)裝肥及菌室內的消毒　上面所說的肥料經過整個翻肥過程以後，就可以將它們運進菌室內的菌床了。肥料在菌床內裝滿到 5 寸且鋪平以後，再向堆肥表面噴上一次水，並在地面上洒上一些 666 殺蟲劑，以防害蟲在發酵高熱後爬出潛伏在地面上。隨即把菌室的門窗緊閉，使堆肥在菌床上繼續發酵三四天。在發酵時期，由堆肥放出來的熱，使菌室內的溫度大大地昇高。結果較濕的堆肥如果裝得鬆散就可以變為稍乾，較乾的堆肥裝時壓得緊些就可變濕。高熱可以殺死多種有害的雜菌，改善堆肥中的營養狀況，而且堆肥內匿藏着的害蟲也可因高熱（溫度最好在 50—60°C 之間）而爬到堆肥的表面和小玻璃窗上，這樣就可以用燻蒸藥劑去殺滅它們。在這期間，每天應當打開一二次門窗，換換空氣。

燻殺害蟲通常多用硫磺，預先秤好硫磺粉，每 1000 立方尺的空間用 8 斤硫磺粉。方法也很簡單，先把小鐵鍋在火爐上燒紅，然後迅速地將硫磺粉放入鍋內，人趕快跑出，隨即封閉門窗（通常門窗縫隙預先用紙封閉好，僅留一門為了跑出），經過兩天以後，就把菌室的全部門窗打開，經過二三個小時的換氣，再把門窗關好，同時降溫，降溫不可過急，應逐漸下降，然後開始測量堆肥中的溫度，等到溫度保持住 24—28°C 時就可以下種了。另一種燻殺害蟲的方法是用 66° 的硫酸及氰化鈉，不過這種殺蟲的辦法比較危險，一定要有好的菌室，同時人及家畜吸入也有生命危險。用這種藥劑殺蟲時，每 1000 立方尺的空間，需要用氰化鈉 8 兩，硫酸 12 兩，水 16 兩。方法是預先將硫酸與水配合放在缸內，氰化鈉用雙層紙包好，慢慢投入缸中後，人趕快跑出，封閉門窗，燻後一二日即可打開門窗。無論用什麼藥劑燻蒸的菌室，最好隔二星期後再下種。

3. 下種　下種以前再檢查一次堆肥內的濕度，如果較乾，可再澆一些水，經過 24 小時以後進行室內翻肥，將菌床底層肥料與上

層肥料相互翻拌，然後再將肥料鋪平。檢查水分的方法，通常用手緊握肥料，如果在指縫間略出現水跡，或用耳聽時有吱吱的聲音就是合適。

上面所說堆肥中的溫度降到 24—28°C 時，就可下種了。下種的時候，先把菌種瓶打碎，取出菌種（菌種呈圓筒狀或磚狀，因容器而不同），通常每一只一磅裝菌種瓶內的菌種可以用刀等切爲十二分。在菌床肥料上先用左手挖成行株距各 6 寸、深一寸左右的小穴，用右手在每小穴內放入一塊菌種，再把肥料壓好，等到全部種完以後，再用一尺平方的木拍子輕輕地將肥料拍平，下種工作就完成了。下種後，堆肥內的溫度最好是在 21°C 左右，這樣經過 20 天，菌絲就能蔓延得很好了，而且在菌床邊沿處出現了菌絲體且繼續向四周蔓延。當菌床肥料表面的菌絲體現出一圈一圈的黃白色，也正向四周蔓延，彼此逐漸相連，這時就要開始覆土了，覆土也是很重要的步驟之一。覆土前，先把土打碎、過篩，去掉雜物、石子且分出兩種土粒，一種是相當於蠶豆體積大小的，另一種是相當於綠豆體積大小的。先把蠶豆大小的土粒蓋上，在上面再蓋上一層綠豆大小的土粒。兩種土粒加在一起，達一寸厚（圖 81）就可以了。覆土是病菌的主要來源，因此覆土以前應當進行土壤消毒，用 50°C 的蒸氣消毒，經過 48 小時後，主要的病菌就可以全部消滅；如果溫度提高到 65°C 時僅需要一小時就可達到目的。應注意的是土壤在加熱時，必須使其內部和外部的溫度保持一致，最好在消毒時把土壤薄薄地平鋪在蒸籠裏，以便使熱力透入。

4. 下種後菌室內的管理 從下種到產生子實體，通常大約經

圖 81. 覆土後菌床的橫切面及子實體發育順序（1. 覆土；2. 堆肥）

過40天至49天。在小規模的栽培情况下，最重要的管理是濕度的調整；在大規模生產的情况下，洋蘑菇的生長期間還有許多其他的條件，必須加以注意。

(1)溫度　洋蘑菇生長期間，菌室內的溫度對於產菇時間的長短，有着很大的影響。如果溫度保持得適宜，通常產菇時間可以3—5個月。下種後所需要的溫度，約爲26.6°C左右，這樣的溫度可以促進菌種的迅速生長蔓延。以後溫度最好逐步下降，十四天後能降至20—21.1°C之間。這種溫度正好將近適合於覆土了，此後再要逐步下降，就要產菇了，12—16°C之間都能產菇，但正常的產菇溫度通常爲15.5°C左右。如果菌室內的溫度超過21°C時，對於子實體的發育就有妨害了。有條件時，可裝置降溫或加溫設備。

(2)濕度　濕度可以分爲空氣中的相對濕度和菌床堆肥中含水量。空氣中的相對濕度對子實體的生長發育有着密切的關係。如果空氣中的相對濕度合適，則子實體的發育順利，而且生長得十分良好，體形與色澤都合乎標準。否則生長遲緩，色澤不美，體形大小也不一致。產菇期間菌室內相對濕度最好在70—80%之間，如果低於70%的時候，菌蓋容易破裂而且覆土也容易乾燥，反之濕度過高時，子實體却又容易生病。菌室內相對濕度過低時，可以向裏面噴霧或用大而長的毛巾(長短可依菌室的高低爲轉移)，一端懸掛於屋頂，另一端浸在微溫的水中，這樣由於毛巾的毛細管吸水蒸散的結果而增高了菌室內的相對濕度。如果菌室內相對濕度過高，可用生石灰吸濕，吸濕後的石灰潮解，這樣就應當勤換石灰。

菌床堆肥中的含水量對於子實體的產生也有着直接的影響，過乾時菌絲體及子實體不能生長，因此應當澆水，但澆水過量又有害於菌絲體的生長。澆水的目的是爲了使覆土和堆肥保持一定的濕度，以便產生大量的菌絲體，同時濕潤鬆軟的土壤在出菇時，也不致將子實體擦傷。澆水最好用噴霧器，使水成毛毛雨似地落下來，很均勻並且很輕軟。所澆的用水應當是微溫的，在秋冬兩季尤其必要，若用冷水，則有害菌絲體及子實體的生長。至於每次需澆多少水，隔多久澆水一次等等問題，就很難確定，菌床大小，堆肥厚

薄都有不同，水分蒸發的程度也有不同，空氣中的相對濕度又有不同，因此有時必須一日澆數次，有時也可能數日澆一次，這些應由栽菌者去掌握。一般說來，在覆土以後不久就要澆水一次，以後每天澆少量的水，以覆土濕潤爲度，避免一次澆水過多。出菇後，每次在採收後應澆一次水。

(3)換氣　在蘑菇生長期間，菌室內的空氣應當全部更換，每天須開放上下的通氣窗。開放時間的長短應看條件而定，如果菌室內濕度太高，室外無風，就可以多開放一些時間，此外夏季可長一些，冬季可短一些，通常以二小時左右爲宜。開窗的時間夏季可在深夜陰凉時，冬季應在中午。

(4)營養　蘑菇的生產時間通常是兩期，多可到三四期。這樣的生產時間可延續3—5個月。如果堆肥新鮮，菌床深厚，它的持續期就長，否則就短。每期產量過豐，它的持續期就較短，反之每期陸續產生，較爲緩慢，則持續期就長。總之，堆肥中所含的養分是有限的，當蘑菇把這些養分消耗完了，它們也就不能再生活下去了。當第二期生產將完的時候，也就是堆肥中養分即將告終的時候，那時如能將所澆的水中，加入些輕微的流質肥料或礦質肥料的淡溶液，澆在菌床上，就可以增加它們的養分，這樣就可以發生第三期的子實體。但產量較前兩期爲低，品質也較劣些。

(5)採收　洋蘑菇的子實體是分期發生的，因此也應當分期採收。一般子實體生長到二寸左右且菌蓋尙未開展時，就能採收了。採菇時不能直拔，以防將堆肥內的菌絲體帶出，應當用拇指食指及中指三個手指將菌蓋握住，稍微向上提一下，然後輕輕地將菌柄一轉，就使菌柄從地下菌絲體處脫離。若在叢生的菇堆中央有成熟的蘑菇時，可用小刀將它從菌柄基部切下，但應注意不要傷害地下菌絲體，也不要在菌床中殘留菌柄，否則這種被殘留的菌柄容易被病菌所侵害。此外也不可碰損相鄰的菌體。如果是整叢的子實體都達到採收時期，則應整叢地拔起來，把下面大塊的菌絲切取下來，然後把它分爲幾小塊（否則因水分過多易於腐爛），仍埋在原處。

採收工作開始後，必須隨時做好菌床整理工作，就是將採菇處所遺留的殘菌絲體用小刀挖出，並用壤土將缺穴補平，使與原來的覆土表面相同。採過菇的四周，如果有些小蘑菇已呈現焦黃色，就應當將它們除掉，因為它們已失去生長的能力，所以採菇時必須隨時整理菌床，同時也要保持菌室的清潔。

5. 菌室的清除　菌床內第末期蘑菇生產告終以後，就將堆肥挖出，將菌床以及一切用具，都要盡可能移置在戶外，洗刷清潔，在日光下晒一晒。菌室內部，必須大掃除一次。在開始進行第二次栽培時，所有器物及菌室內各處，都要進行一次消毒。挖出的堆肥。已經成為廢物，甚易招致病蟲害，所以不應再施用於田地中，應埋掉。

6. 菌室內主要的病蟲害及其防治法　菌室內管理得不適當，如所用的堆肥及覆土中有病菌和蟲害的潛伏，或堆肥發酵不够、生熟不勻，及室內消毒不徹底等，都極易發生病蟲害，嚴重者可能使栽菌遭到全部失敗，輕微者也要遭到很大的損失。防治病蟲害的最基本的辦法就是菌室及覆土的消毒，此外發酵完了的堆肥不要露置過久，同時所用的覆土也要檢查其中所帶的病菌是否太多。茲將主要的病蟲害及其防除方法分別討論如下：

(1)病害　洋蘑菇最嚴重的眞菌病害，大多是由覆土傳入的。病害的種類很多，但主要且普遍的只有兩種。

a. 褐腐病 *Mycogone perniciosa*：這種病菌可使子實體得兩型的病徵。第一型內子實體稍呈現畸形，但是保持着一般的種的特徵。菌蓋、菌柄以及菌褶等部異常膨大或呈結節狀，菌褶開裂成小碎片且有時寬度大量減少。通常子實體或多或少被霉狀物包被着致使菌蓋表面極不平滑，但如果在病害很輕微的時候這並不明顯。病害的這個階段通過畸形更為嚴重的標本，逐漸進入第二型或馬勃菌型。到這一型的時候，菌柄極為膨大，發育不全，菌蓋發育貧弱且呈畸形。菌體染病到這一型時，其質地變為柔軟且不久即腐敗死亡。這種病菌具有兩種孢子階段。它不僅寄生在子實體上，而且也寄生在菌種上。

b. 褐斑病 *Verticillium mathouser*：這種病菌寄生在菌蓋上，能使菌蓋表面呈現褐色，而產生黑色斑點。這種病害的傳染力甚强，當被人發覺時，則病菌可能早已布滿菌床各處了，它的嚴重性也和褐腐病幾乎相等。

以上兩種病害的防除方法是在平時多注意菌室內的清潔，在產菇期間如果發現病害時，就應迅速將菌室內的溫度降到 6—7°C 之間，這樣旣不妨礙產菇又能够抑制病害的蔓延。在溫度不易控制的時候，可以用波爾多液噴撒，配合量爲石灰一斤，硫酸銅一斤，水二十斗。但應知道的是噴撒波爾多液僅能預防沒有害病的菌體，而不能治好已染病的菌體，在噴撒波爾多液以後，應將菌床上的染病菌體迅速移掉。

(2)蟲害　洋蘑菇的蟲害種類很多，但最常見且爲害較嚴重的，有以下幾類：

a. 菌蠅 *Porenoe* spp.：菌蠅是屬於昆蟲中蠅類的害蟲，發生在菌室內的有好幾種，一般不容易分辨，體形甚小。它們在菌床準備好以後，可能大量地發生在菌室內。當溫度高度足够時，它們的繁殖能力極强，產卵在菌柄的基部，孵化以後變成頭黑色體黃色的小幼蟲——蛆。菌蠅的這種幼蟲蝕入菌柄而上昇，最後穿出菌蓋，侵害的結果，菌體就不能再繼續發育，且其內部充滿無數小燧道，成爲海綿質，隨即腐爛。這種菌蠅多產生在夏季，而且多由室外飛入的，因此可以想辦法加以預防。菌床的溫度，如果低於 12.8°C，則它們的幼蟲就難於活動了(實際上在這種溫度之下，它們損害菌絲較害菌體爲嚴重)。其撲滅方法，可用幾只盆子盛水，放入菌室裏，在水面上加入少許松節油，當菌蠅在水面上飛過的時候，嗅到氣味，就可以墜落在水中。

b. 蟎 *Tyroglyphus* spp.：蟎是屬於蜘蛛類的一種害蟲，通常多發生在堆肥中。它們的體形甚爲微小，全形柔軟，表面平滑且呈白色。在菌床準備好了以後，它們就可能大量地發生，尤其在氣溫增高時，最容易繁殖。如果溫度降低到 10°C 時，它們就失去了活動力。它們不僅以菌體爲食物，而且尤以菌種爲食物，起初它們

在菌蓋上以及菌床的表面,後逐漸鑽進菌床內部,侵害菌絲。如果它們大量發生時,蘑菇的產生可能全部受到阻礙且菌絲也因此不能發育,引起產量降低。其最有效力的撲滅方法,是用小肉片放在菌床上,以引誘它們。蟎的嗅覺極爲靈敏,不久以後,它們就可以由四周爬來,羣集在上面,即可連小肉片投置在沸水中殺之,把小肉片撈出後仍可應用。

c.彈尾蟲 *Acchrutes armatum*:彈尾蟲屬於昆蟲類中的彈尾目,這種害蟲發生在堆肥內,在菌室中它們常密集在菌床的表面,體形甚小似蚤,呈灰黑色,可向任何方向跳躍,動作非常敏捷。它們侵害菌體,起初通過菌褶部分,或從傷口侵入,嚙食菌蓋及菌柄,結果菌體可能在兩天以內全部毀壞。這種害蟲一般不容易撲殺,最有效的殺滅辦法有三種:(一)在嚙傷以後的殘菌體的菌褶內塗以巴黎綠液,放在菌床的適當地點,它們誤食以後就可被毒死;(二)用除蟲菊粉末撒布在菌床上,但應注意僅有在菌室內不太潮濕時才可以撒布;(三)噴射2—2.5%的來蘇兒水溶液,但是不能噴射在健康的菌體上。

d.鼠婦 *Porcellio laevis*:鼠婦是屬於多足類的小動物,全體呈背腹扁的橢圓形,體長約半英寸,全體分節,有足七對。爲堆肥中及潮濕的地方極易發生的小動物,嚙食菌蓋,菌蕾及菌柄,菌體被嚙食的部分,好似鼠咬。這種動物多在夜間出來活動,因此可在夜間把油燈放在菌床上,當它們趨向有光處的時候,就可以用手捕殺之。此外用巴黎綠塗抹在生馬鈴薯片的切面上,然後將生馬鈴薯片放在菌床的各處,它們食後即可中毒而死。用2—2.5%的來蘇兒水溶液噴射效力也是十分好的。

無論對於病害或蟲害都應以預防爲主,做好菌室內的消毒、堆肥衛生以及覆土消毒等工作。一旦在菌室內發生病蟲害再防治時,或多或少都要受到一定的損失。

7.純菌種的製備 培養純菌種是改良任何栽培食菌的基礎,現代的人工引種法和科學的食菌栽培必須先掌握食菌的生理以及它們的生長習性。有了這種基礎以後,培養純菌種就比較容易

了。制備純菌種需要有一定的設備，因此適合應用於大規模的生產。

(1)純菌種培養前的準備工作　在培養純菌種以前，要準備好一系列的設備，例如高壓蒸氣消毒鍋，作爲消毒培養基用的，加熱後的氣壓要維持住 15—20 磅（相當於 121.5—126.5°C）；恆溫箱是作爲培養菌種用的，溫度能隨意調節；冷藏室使室內溫度要維持 4—8°C之間；乾熱消毒器是爲了消毒器皿用的。此外如一定數量的試管、直徑 10 厘米左右的培養皿、500—1,000 cc 的三角瓶、一磅裝的廣口瓶、玻璃漏斗、量筒、玻璃棒、解剖器、移種針以及紗布、藥棉、酒精燈、0.2% 的昇汞水以及 70% 的酒精等也都應在事先準備妥當。

除了以上所說的設備以外，還要有一超過 10 立方公尺（只容納一個人工作）的無菌室，爲了接種用的，裏面裝有一個紫外光電燈泡（新建的無菌室必須用紫外光燈連續照射三晝夜來消毒）以及一個日光燈，前者用來消毒，後者用來照明。室內的空氣應當比較靜止、乾燥且少有塵埃，同時還要適合用福爾馬林或蒸氣來消毒。一般多將無菌室設置在樓上，室內四壁及頂部最好用玻璃和木框隔起來，並應裝有換氣輪。條件不够或小規模生產，當然也可以以接種箱來代替。

事先應將培養菌種所用的一切器皿洗淨、晒乾，然後放入乾熱消毒箱中在 160°C的溫度下進行一小時的消毒。

a. 培養基的制備：培養洋蘑菇所用的培養基種類很多，但一般多用馬鈴薯培養基，它的制備所需要的材料及方法如下：

去皮馬鈴薯	250 克
葡萄糖	24 克
洋菜	15 克
蒸餾水	1,000 cc

先將馬鈴薯用清水洗淨，削去外皮後切成薄片或細絲，加蒸餾水 500 cc，放在鍋中煮 45 分鐘，用紗布加一層脫脂棉過濾。另用鍋取蒸餾水500 cc，放入切成小段的洋菜，煮沸使它溶化，用紗布

濾去洋菜中的渣滓,然後與馬鈴薯液相互混在一起,用玻璃棒攪和均勻,最後用量筒測定,看它的總量是不是 1,000cc,如果不足 1,000cc 的時候,可以加入蒸餾水補足,以玻棒攪和,使成膠液。

b. 消毒:培養基制成以後,趁熱膠液狀態裝入試管或三角瓶中,每試管或三角瓶中的裝量不要超過三分之一,裝好後用脫脂棉將管口或瓶口塞緊,放在高壓消毒鍋中,使試管中的培養基成一斜面,用 15 磅氣壓消毒 30 分鐘。製成的培養基放置在溫度較低的地方,可以維持很久的時間不壞,隨時都可以取用。

(2) **菌種的分離** 前面曾談論到純菌種制備的優越性,菌種的分離方法是其中最主要的一環。過去一般多用孢子分離法,自杜格爾(Duggar, B. M. 1902)發現菌體上的任何一塊組織被割離母體,經過人工培養都能够生長發育且能產生子實體後,即又有了組織分離法。現將兩種方法分別敘述如下:

a. 孢子分離:應用這種方法時,首先就是從菌床上選擇一枚發育完好且成熟的子實體,採下後拿到無菌室準備收取它的担子孢子。在收取孢子以前,無菌室內必須用紫外光燈照射三小時且消毒口罩及橡皮手套。入進去前應把手及面部塗擦甘油,以防紫外光的"遺光"傷害皮膚。收取孢子的方法是先將菌柄從近菌蓋部分切掉,然後浸在 0.2% 的昇汞水中消毒 5 分鐘,取出後再用蒸餾水洗淨,用脫脂棉輕輕擦乾或在急火上掠過二三次使乾燥。事先準備好一只已經消過毒的約 2 厘米深的培養皿,將切下的菌蓋(菌褶向下)放在培養皿內,最後在培養皿上倒放上一個玻璃漏斗(圖 82),漏斗管口用棉塞塞上,以防空氣輕微地流動時將孢子帶到其他地方。這樣經過四五個小時以後,孢子就由菌褶上放射下來,積落在培養皿的底上,這時可將菌蓋取出。

獲得了孢子以後,可用消過毒的接種針挑取少許孢子,撥出脫脂棉塞,接種在試管中的培養基表面的中心處,隨即用酒精燈把棉塞略燒一下,就可塞上。或將裝有培養基的試管,放在沸水中煮15 分鐘就可以溶化,隨即倒入在一個直徑約 9 厘米的消毒的培養皿中,每一培養皿中約放培養基 10—15 cc。然後用蠟筆在管壁上註

期日期。

以上是一般的孢子分離法，此外更重要且更能維持菌種眞正純性的乃是單孢子分離法。因為單孢子分離可使我們選出更優良、更豐產的純菌系，同時在兩性異體的情况下，我們還可以採取優良性狀的單孢子菌叢加以雜交。

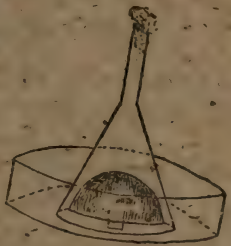


圖 82. 收取孢子的裝置方法

現將單孢子分離的方法介紹如下：在已經消過毒的玻璃片上滴一滴蒸餾水，用接種針挑取微量的孢子放入水滴中，然後把一只用 0.2% 昇汞水消毒並用蒸餾水洗過的去尖的羊毛筆蘸取孢子液，把它均匀地塗抹在培養皿中的培養基表面，使孢子彼此之間分散得距離越遠越好，將蓋蓋上。把培養基放在相適應的溫箱中，培養 24—48 小時後取出，打開培養皿蓋，直接放在顯微鏡下檢查孢子萌發的情况，同時尋找距離較遠而且正在萌發中的孢子，在顯微鏡下用接種針連同附着孢子的培養基一併挑取下來，移入另一培養皿中單獨培養。

無論是一般的孢子分離或是單孢子分離出來的孢子，在培養基上，經過七八天後就能產生菌絲，這時所產生的菌絲乃是純菌種的種母，這些種母在推廣以前還需要大量地繁殖。

b. 組織分離：進行組織分離前，也應當先從菌床上選擇一枚發育良好、健壯的菌體，採摘下來放在一只事先準備好了的清潔的玻璃皿內，用蓋蓋好，拿到無菌室中。在無菌室內先將解剖刀消毒，即把刀浸入 70% 的酒精中，取出後再在酒精燈上燒過，使其稍稍冷却後，就用刀片在菌柄上切下一小片，再用刀將菌柄小片切成約 1 毫米見方的小塊，迅速用一枚在酒精燈上消過毒的鑷子或接種針，將一小塊組織移入事先準備好的培養基中。以後的步驟與孢子培養方法完全相同。

組織在培養基上的發育是相當快的，大約在一星期以後，白色的菌絲就可以從組織的四周向外發育出來。當菌絲大量發育以後，便用消過毒的接種針從菌叢的邊緣移取小塊菌絲，培養在試管

中的培養基上。在試管中培養成功以後，就是前面也談到的純菌種的種母。

以上所說的無論由孢子或組織培養出來的菌絲都是種母，要想大量繁殖時，還應當進一步加以培養，才能製成純菌種，也就是一般菌場裝在瓶中所出售的菌種。純菌種的培養方法是比較簡單的，這種純菌種的培養料配制方法如下：

馬糞	100 市斤
稻草	20 市斤
石膏粉	1 市斤
水	適量

堆肥的方法與菌床上所用的堆肥相同，也是一層稻草一層馬糞地堆在一起，澆上適量的水，稻草預先切成長半寸左右的小段，每星期翻肥一次，三次以後滲入石膏粉，酸度保持 pH. 7 左右。堆肥發酵成熟以後，試一試其中的含水量，就是用手緊握一把肥料，在指縫間略見水跡就證明水分含量合適。然後即可將堆肥(培養料)分別裝入預先準備好了的一磅容量的廣口瓶中。在裝入培養基之後，用一直徑約 1.5 厘米左右的木棍插入瓶中央直達瓶底，這樣就可以在培養基中打成一個空洞(圖 83)，瓶口用棉花塞緊後，就放入高壓蒸氣消毒鍋中，以 20 磅高氣壓連續消毒 1 小時半，冷却後取出就可以進行接種工作。接種時將廣口瓶的棉塞拔出僅留餘地能使接種針伸入即可，不要完全拔出，以防混入雜菌，然後可在種母內挑取一小塊菌絲，放在瓶內培養基的上端，迅速塞好棉塞。

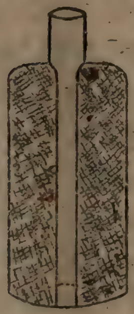


圖 83. 菌種瓶及培養料的縱切面

接種後的瓶子放在最適溫度的溫箱中加以培養，等到每瓶的全部培養基中都已有白色菌絲體蔓延時，就是栽培時所用的菌種了，這種菌種可以取出放在冷藏室中隨時都可以應用了。但貯藏期不能超過一年。

參考文獻

[1] 史公山　食用菌栽培法，1950.

[2] 劉克濟　森林病理學，1954.

[3] 劉　波　蘑菇的採集鑑定與保存，生物學通報，6:59—62，1956.

[4] 劉　波　中國古代關於菌類知識與利用的初步探討，山西師院學報，1:49—67，1958。

[5] 杜亞泉　下等植物分類學，民 22.

[6] 李家慨等　草菇栽培的研究，福建農學院學報，第 1 期，1953.

[7] 李揚漢　普通植物學，下册，1950.

[8] 嚴楚江　植物形態學，第二編，1951.

[9] 陳騊聲　實用微生物學，1953.

[10] 陳梅朋　蘑菇與草菇，1957.

[11] 周以良等　長白山眞菌之初步記載(一)，東北林學院學報，第 1 期，1957.

[12] 鄭儒永等　植物病害與眞菌標本的採集製作保管和郵遞，植病知識，1 卷，1 期，1957.

[13] 胡先驌　浙江菌類採集雜記，科學，6:1137—1148，1921.

[14] 胡先驌　江西菌類採集雜記，科學，8:311—314，1923.

[15] 殷永嘉　植物病原菌學，1950.

[16] 裘維蕃　中國食菌及其栽培，1952.

[17] 魏景超　水稻病原手册，1957.

[18] 趙繼鼎(譯)　介紹關於顯担子菌 (Hymenomycetes) 中的抗生力量，中國植物學雜誌，5(4): 146，1951.

[19] 小南淸　菌類，民 4 (中譯本)。

[20] 三好學　植物分類，民 36 (中譯本)。

[21] 瓦寧，С. И.　森林植物病理學，1956 (中譯本)。

[22] 佛拉索夫，А. А.　森林保護學，1955 (中譯本)。

[23] 波格達諾夫，А. И. 等　植物分類學實習，1955 (中譯本)。

[24] 金杰里，П. А. 等　植物學。第三分册，1954 (中譯本)。

[25] 若霍夫，П. И.　蘇聯森林病蟲害調査指南，1956 (中譯本)。

[26] 茹科夫斯基，П. М. 等　普通植物學，中册，1953 (中譯本)。

[27] 玆巴爾斯基 Б. И. 等　生物化學，1954 (中譯本)。

[28] 斐多羅夫，М. В.　微生物學，下册，1953 (中譯本)。

[29] 盧茂依洛夫，И. И. 等　微生物在植物營養中的作用，1957 (中譯本)。

[30] 川村淸一　日本菌類圖說，1929 (日文)。

[31] 小川隆　珍奇な食用菌，科學畫報，2: 721—723，1926 (日文)。

[32] 田所哲太郎　食品化學，昭和五年(日文)。

[33] 吉村嚴　四季食用茸の培養，昭和九年(日文)。

[34] 松田一郎等　新潟縣砂丘地帶の高等菌類 (2)，植物研究雜誌，1955，9 月號 (日文)。

[35] 松浦勇 食用菌蕈栽培研究，1935（日文）。
[36] Горленко, М. В. Грибы—Друзья и враги Человека, 1956.
[37] Купревич, В. Ф. Физиология больного растения, изд. Академии наук СССР, М. 1947.
[38] Лебедева, Л. А. Определитель Шляпочных грибов (Agaricales), 1949.
[39] Панов, М. А. Шампиньоны, 1950.
[40] Панов, М. А. Выращивание шампиньонов, 1956.
[41] Шемаханова, Н. М. Изв. АН СССР, Сер. Био., 3: 317—330, 1957.
[42] Ainsworth, G. C. and G. R. Bisby A Dictionary of the Fungi, Ed. 4, 1954.
[43] Atkinson, G. F. Studies of American Fungi, Mushrooms, Edible, Poisonous, etc. 1903.
[44] Bessey, E. A. Morphology and Taxonomy of Fungi. 1950.
[45] Board of Agriculture and Fisheries Edible and poisonous Fungi, 1910.
[46] Boyce, J. S. Forest Pathology, 1938.
[47] Buller, A. H. R. Researches on Fungi, Vol. I, 1909.
[48] Buller, A. H. R. Researches on Fungi, Vol. III, 1924.
[49] Chiu, W. F. (裘維蕃) The Russulaceae of Yunnan, Lloydia, 8(1): 31—59. 1945.
[50] Chiu, W. F. The Amanitaceae of Yunnan, The Sci. Rept. of Nat., T. H. Uni., Vol. 3, No. 3, 1948.
[51] Chiu, W. F. Factors Influencing the Sporophore Formation of Collybia velutipes (Curt.) Quél., Acta Agriculturae, 2(I): 51—57, 1948.
[52] Chow, C. H. (周宗璜) A miscellaneous collection of fungi in the National Norm. Uni. of Peiping. Bull. of the F. Mem. Institute of Biology (Bot.), Vol. Vi., No. 2, Apr. 1935.
[53] Christensen, C. M. Keys to the Common Fleshy Fungi, 1946.
[54] Clements, F. E. The genera of fungi, 1931.
[55] Coulter, J. M. et al. Textbook of Botany, Vol. I, 1930.
[56] Crawshay, R. The spore ornamentation of the Russules, 1930.
[57] Duggar, B. M. Mushroom growing, 1925.
[58] Farlow, W. G. Bibliographical index of North American Fungi, Vol. I-part I, 1905.
[59] Fieser, L. F. and M. Fieser Organic Chemistry, 1956.
[60] Fitting et al. Strasburger's Textbook of Botany, 5th. Eng. Ed., 1923.
[61] Galloway, L. D. and R. Burgess Applied Mycology and Bacteriology, 1946.
[62] Gaumann, E. A. Comparative morphology of Fungi, 1928.
[63] Goodwin, T. W. The comparative biochemistry of the carotenoids. 1952.

[64] Graham, V. O. Mushrooms of the Chicago region. Program of Activities Chicago Acad. Sci., 4: 43—63, 1933.
[65] Gussow, H. T. and W. S. Odell Mushrooms and Toadstools, Division of Bot. Dominion Expt. Farms. 1927.
[66] Gwynne-Vaughan, H. C. I. The Structure and Development of Fungi, 1937.
[67] Harvey, E. N. Bioluminescence, 1952.
[68] Heald, F. D. Manual of Plant Diseases, 1933.
[69] Hubert, E. An Outline of Forest Pathology, 1931.
[70] Ingold, C. T. Dispersal in Fungi, 1953.
[71] Irving, G. W. and H. T. Herrick Antibiotics, 1949.
[72] Karel, L. and E. S. Roach A Dictionary of Antibiosis, 1951.
[73] Kelly, A. P. The literature of mycorrhizae. Abstract of seven hundred publication, 1932.
[74] Togashi, K. Biological Characters of Plant Pathogens Temperature Relations, 1949.
[75] Krieger, L. C. C. The mushroom handbook, 1936.
[76] Leach, J. G. Insect Transmission of Plant Diseases, 1940.
[77] Lilly, V. G. and H. L. Barnett Physiology of the Fungi, 1951.
[78] Liú Bō (劉波) Report on study of fungi in the herbarium of Institute of Botany, Academia Sinica (打字稿), 1951.
[79] Martin, G. W. Outline of the Fungi, 1950.
[80] Massee, G. A Textbook of Fungi, 1906.
[81] McDougall, W. B. Mushrooms, a handbook of edible and inedible species, 1925.
[82] Mckenny, M. Mushrooms of field and wood, 1929.
[83] Porter, J. R. Bacterial chemistry and physiology, 1950.
[84] Rea, C. British Basidiomycetes, 1922.
[85] Robbins, W. J. et al. A survey of some wood-destroying and other fungi for antibacterial activity, Bull. Torrey Bot. Club, 72: 165—90, 1945.
[86] Robbins, W. J. et al. Production of antibiotic substances by Basidiomycetes, J. Bact., 51: 410, 1946.
[87] Robbins, W. J. et al, Antibiotics from Basidiomycetes. I. Pleurotus griseus, Proc. Nat. Acad. Sc., 33: 6—171, 1947.
[88] Sass, J. E. The cytological basis for homothallism and heterothallism in Agaricaceae. Am. J. Bot., 16(9): 663—701, 1929.
[89] Schopfer, W. H. Plants and Vitamin, 1949.
[90] Smith, A. G. and M. Josserand Notes on the Synonymy of French and American Agarics. I. Mycologia, 29: 717—724 1937.
[91] Smith, A. H. Common edible and poisonous mushrooms of southeastern Michigan, Cranbrook Inst. Sci. Bull., 14: 1—71, 1938.
[92] Smith, W. G. British Basidiomycetes, 1908.

中科院植物所图书馆
S0023083

[93] Simons, A. J. Mushrooms growing, 1955.
[94] Swanton, E. W. Fungi and how to know them, 1909.
[95] Tai, F. L. (戴芳瀾) and C. T. Wei (魏景超) Notes on Chinese Fungi. III. Sinensia, 4: 121—125, 1933.
[96] Tai, F. L. A list of Fungi Hitherto Known from China, Sci. Rept. T. H. Uni. S. B., 2(2): 137—165, 191—639, 1936—1937.
[97] Teng, S. C. (鄧叔羣) Fungi from Southwestern China, Contr. Biol. Lab. Sci. Soc. China Bot. Ser. 7: 69—84. 1932.
[98] Teng, S. C. A contribution to our knowledge of the higher fungi of China, 1939.
[99] Teng, S. C. Additional Fungi from China. III. Sinensia, 7: 529—569, 1936.
[100] Teng, S. C. and S. H. Ou (歐世璜) Additional Fungi from China, VII. Sinensia, 8: 411—444, 1937.
[101] Waksman, S. A. Principles of soil Microbiology, 2nd. Ed., 1932.
[102] Wolf, F. A. and F. T. Wolf The Fungi, 1949.
[103] Appel, O. und L. Reh Handbuch der Pflanzenkrankheiten, band III, 1932.
[104] Bensaude, M. Researches sur le cycle évolutif et la sexualité chez les Basidiomycetes, 1918.
[105] Bessin, A. Les champignons toxiques, characters et determination toxiques, intoxications, therapeutique, 1938.
[106] Chow, C. H. (周宗璜) Le cycle évolutif du Coprinus fomentosus Fr. ex Bull. 1932.
[107] Chow, C. H. Contribution à l'Etude du developpement des Coprinus, 1934.
[108] Kuhner, R. et H. Romagnesi Flore analytique des Champignons supérieurs (Agaricales, Bolets, Chanterelles), 1953.
[109] Maublanc, A. Les Champignons de France, 1952.
[110] Melzer, M. V. L'ornamentation des spores de Russules, Bull. Soc. Myc. France, 40: 78—81, 1924.
[111] Moreau, F. Les Champignons. Tome 1, 1953.
[112] Rolland, L. Atlas des Champignons de France. Suisse and Belgique, 1910.

收 1959.3.3
来 源 新华
价 格
外 币
人民币

1478640 67.421
191
蘑菇
王敬驹 60.10.10.

書 号 67.421
191

登記号 1478640

統一書號：13031
定　價：0.65